



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

T E S I S

**EFFECTO DE CUATRO ALTERNATIVAS ECOLÓGICAS
PARA EL CONTROL DEL OÍDIO (*Leveillula taurica*),
EN EL CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum
annuum*), EN OLMOS - LAMBAYEQUE**

PRESENTADA POR

BACHILLER JOSE GEMERLI VERGEL SEGURA

ASESOR:

MGR. URBANO FERMIN VASQUEZ ESPINO

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

MOQUEGUA - PERÚ

2023

CONTENIDO

	Pág.
PÁGINA DE JURADO	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
CONTENIDO	iv
CONTENIDO DE TABLAS	viii
CONTENIDO DE FIGURAS	ix
CONTENIDO DE APÉNDICES	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad del problema.....	1
1.2. Definición del problema.....	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas específicos.	2
1.3. Objetivos de la investigación	2
1.3.1. Objetivo general.	2
1.3.2. Objetivos específicos.	2
1.4. Justificación.....	2
1.4.1. En lo económico.....	2

1.4.2. En lo social.....	3
1.4.3. En lo ambiental.	3
1.5. Alcances y limitaciones.....	3
1.5.1. Alcances.	3
1.5.2. Limitaciones.	3
1.6. Variables	4
1.6.1. Variable independiente (X).....	4
1.6.2. Variables dependientes. (Y).....	4
1.6.3. Operacionalización de variables.	4
1.6.2. Definición conceptual de las variables.....	5
1.7. Hipótesis de la investigación.....	6
1.7.1. Hipótesis general.....	6
1.7.2. Hipótesis específicas.	6

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación	7
2.2. Marco teórico	10
2.2.1. El cultivo del pimiento.....	10
2.2.2. Oidiopsis del pimiento.	13

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1. Tipo de investigación	18
3.2. Diseño de la Investigación	18
3.2.1. Tratamientos.....	19

3.2.2. Distribución de tratamientos.	19
3.3 Población y muestra	19
3.3.1 Población.....	19
3.3.2 Muestra.....	19
3.3.3 Características del campo experimental.....	20
3.4. Descripción de instrumentos para recolección de datos	21
3.4.1 Técnicas de recolección de datos.	21
3.4.2 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.	21
3.4.3 Hipótesis estadística.	22
3.5 Manejo del experimento.....	23
3.5.1 Preparación de suelo.	23
3.5.2 Plantación.....	23
3.5.3 Conducción del cultivo.....	23
3.5.4 Aplicación de los tratamientos.....	24
3.5.5 Manejo y evaluación de tratamientos.....	25

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados.....	29
4.1.1. Incidencia de la enfermedad en hojas.....	29
4.1.2. Incidencia de la enfermedad en tallo	30
4.1.3. Incidencia de la enfermedad en botones florales.....	31
4.1.4. Rendimiento	32
4.1.5. Rentabilidad.....	33
4.2. Contrastación de hipótesis	33

4.3. Discusión de resultados.....	34
-----------------------------------	----

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
---------------------------------	----

MATRIZ DE CONSISTENCIA	58
------------------------------	----

CONTENIDO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Operacionalización de variables	4
Tabla 2 Producción de pimiento por departamento	11
Tabla 3 Esquema del análisis de varianza.....	22
Tabla 4 Tratamiento convencional de oidium en cultivo de pimiento.....	24
Tabla 5 Análisis de varianza incidencia de la enfermedad en hojas (%).....	29
Tabla 6 Prueba de significación de Tukey para incidencia de la enfermedad en hojas.....	30
Tabla 7 Análisis de varianza incidencia de la enfermedad en tallo (%)	30
Tabla 8 Prueba de significación de Tukey para incidencia de la enfermedad en tallo	31
Tabla 9 Análisis de varianza incidencia de la enfermedad en botones florales (%).....	31
Tabla 10 Prueba de significación de Tukey para incidencia de la enfermedad en botones florales	32
Tabla 11 Análisis de varianza rendimiento por unidad experimental (Kg)	32
Tabla 12 Prueba de significación de Tukey para rendimiento por unidad experimental	33

CONTENIDO DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Distribución de los tratamientos en campo.....	19
Figura 2 Ubicación geo referenciada del trabajo de investigación	21

CONTENIDO DE APÉNDICES

Pág.

Apéndice A: Tablas

Tabla A 1 Incidencia de la enfermedad en hojas (%) a los 150 días	47
Tabla A 2 Incidencia de la enfermedad en tallo (%) a los 150 días.....	47
Tabla A 3 Incidencia de la enfermedad en botones florales (%) a los 150 días ...	47
Tabla A 4 Rendimiento por unidad experimental en kilogramos	48
Tabla A 5 Rendimiento por hectárea en kilogramos.....	48
Tabla A 6 Temperaturas y humedad relativa en el periodo de estudio.....	48

Apéndice B: Figuras

Figura B1 Registro de aplicaciones para control.....	49
Figura B1 Figura B2. Evaluación económica del cultivo del Pimentón.....	50

Apéndice C: Fotografías

Fotografía C1. Germinación de plantines de pimiento.	51
Fotografía C2. Crecimiento de plantines de pimiento en vivero.	52
Fotografía C3. . Plantines de pimiento listos para el trasplante	53
Fotografía C4. Evaluación de calidad y tamaño de plantines....	53
Fotografía C5. Máquina plantadora de pimiento	54
Fotografía C6. Evaluación síntomas/signos de oidiopsis en plantas de pimiento	54
Fotografía C7. Signos de oidiopsis en hojas de pimiento encontradas	55

Fotografía C8. Planta de pimiento infestada de oidiopsis 1 (Testigo).....	.55
Fotografía C9. Planta de pimiento infestada de oidiopsis56
Fotografía C10. Vista Tratamiento 4: Bacillus subtilis).....	.56
Fotografía C11. Vista panorámica con identificación de la parcela experimental ..	57
Fotografía C12. Envasado para transporte de la cosecha	57

RESUMEN

Este trabajo de investigación se ejecutó en el departamento Lambayeque con el cual se buscó identificar el efecto de cuatro alternativas ecológicas en el control del oídium en el cultivo de pimiento, ensayando los siguientes tratamientos T1 (Convencional: Químico), T2 (Bionanoparticulas), T3 (Bionanoparticulas + azufre PM), T4 (Bacillus subtilis), T5 (Bacillus subtilis + azufre PM) y T6: Sin aplicación. Los resultados demostraron lo siguiente: para la variable incidencia de oidium sobre hojas la menor incidencia se obtuvo en el T1 con 5,5 %; seguido de T3 con 48,5 %; en tercer lugar, encontramos a T4 y T5 con 60,25 y 67,5 % respectivamente; finalmente el T2 tuvo una incidencia del 73 % y el T6 (Testigo sin aplicación) tuvo un 100 % de incidencia. En la variable incidencia sobre tallos, encontramos un 12 % para el T1 (tratamiento químico); 62 % en T3; 85,25 en T2 y 86,25 % en T4; mientras que en T5 la incidencia alcanzó el 95 % y el T6 (testigo sin aplicación) el 100 % de incidencia. En la variable incidencia en botones florales encontramos un 36,25 % en T3; 51 % en T2 52,25 % para T4 y 64 % para T5 respecto a (T1) con 1,75 % de incidencia. En la variable rendimiento por UE, encontramos que el T1 (Control químico) fue muy superior con 41,76 kg UE⁻¹, respecto a los demás que alcanzaron un rendimiento de entre 23,37 a 25,78 kg UE⁻¹, y del testigo con 18,95 kg UE⁻¹.

Palabras clave: Leveillula Taurica, bionanopartículas, bacillus subtilis, azufre PM

ABSTRACT

This research work was carried out in the Lambayeque department with which it was sought to identify the effect of four ecological alternatives in the control of powdery mildew in the pepper crop, testing the following treatments T1 (Conventional: Chemical), T2 (Bio nanoparticles), T3 (Bio nanoparticles + PM sulfur), T4 (Bacillus subtilis), T5 (Bacillus subtilis + PM sulfur) and T6: No application. The results showed the following: for the variable incidence of oidium on leaves, the lowest incidence was obtained in T1 with 5.5 %; followed by T3 with 48.5%; in third place we find T4 and T5 with 60.25 and 67.5% respectively; Finally, T2 had an incidence of 73% and T6 (Control without application) had a 100% incidence. In the variable incidence on stems, we found 12 % for T1 (chemical treatment); 62% at T3; 85.25 in T2 and 86.25% in T4; while in T5 the incidence reached 95% and T6 (control without application) 100% incidence. In the variable incidence in flower buds we found 36.25% in T3; 51% in T2 52.25% for T4 and 64% for T5 compared to (T1) with 1.75% incidence. In the yield variable per EU, we found that T1 (chemical control) was much higher with 41.76 kg EU-1, compared to the others that reached a yield between 23.37 to 25.78 kg EU-1, and of the control with 18.95 kg EU-1.

Keywords: Leveillula Taurica, Bionanoparticles, Bacillus subtilis, Sulfur PM

INTRODUCCIÓN

MINCETUR (2018), reporta que en el Perú el pimiento viene a ser uno de los cultivos de mucha relevancia económica, así mismo este país es proveedor en pimiento a Europa y Estados Unidos dado su alta demanda y preferencia en esos mercados en que se convirtió en un plato “gourmet” muy sofisticado y refinado. Su cultivo se ve afectado por factores bióticos como el oídio (*Leveillula taurica*), hongo fitopatógeno que puede ocasionar hasta la pérdida total de la producción, con ataques fuertes en hojas y flores (Metedieri et al., 2007).

La falta de control adecuado de esta enfermedad, en mucho de los casos, ha provocado problemas de resistencia y residualidad; por lo que se necesita desarrollar métodos de control mejor planificados que permitan mantener, los cada vez más exigentes mercados. En tal sentido, se requiere encontrar alternativas de control que faciliten el manejo de esta enfermedad, pero a la vez que sean respetuosas con el medio ambiente y eviten efectos residuales en el producto final; existiendo para ello productos de origen orgánico y natural que necesitan ensayarse para evaluar su comportamiento, entre ellos especies antagonistas como hongos del género *Bacillus* (Vicente et al., 2021) y sustancias fungi bacteriostáticas como las nanopartículas (Li et al., 2022) que a decir de los investigadores son eficientes contra el oídium en diversos cultivos.

De este modo, el encontrar alternativas de control ecológico del oídium en el cultivo del pimiento, representa un reto para mantener los grandes beneficios de este cultivo para agricultura liberteña, dado que el control químico representa un serio riesgo para la sostenibilidad del cultivo.

El propósito del presente trabajo fue determinar el comportamiento de cuatro alternativas ecológicas para el control de oídio (*Leveillula taurica*) en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en la irrigación Olmos de la región Lambayeque.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad del problema

La oidiopsis táurica es un parásito obligado que afecta la producción de diversas especies entre ellas las de las Capsicum como el pimiento, en que causa serias limitaciones productivas constituyéndose como plaga clave de infestación persistente que provoca serios problemas de calidad y rendimiento (Huamanlazo, 2023). Dado su importancia, los productores han recurrido a uso de agroquímicos, muchas veces de manera indiscriminada y que, pueden sobrepasar los niveles de residualidad máximos exigidos por los grandes mercados del exterior.

En Trujillo, el permanente uso de agroquímicos sintéticos ha provocado la necesidad de aumentar las dosis de los agroquímicos habituales o utilizar nuevos ingredientes activos, ya que el hongo habría desarrollado resistencia a los agroquímicos; además esta condición provoca el incremento del costo de producción y el riesgo de residuos químicos que sobrepasarían los límites máximos permitidos en el mercado destino.

1.2. Definición del problema

1.2.1. Problema general.

¿Qué efecto tendrán cuatro alternativas ecológicas para el control del oídio (*Leveillula taurica*), en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) en Olmos - Lambayeque?

1.2.2. Problemas específicos.

¿Cuál será el efecto de Bionanopartículas comerciales solo y combinado con azufre PM en el control del oídio en el cultivo de pimiento?

¿Cuál será el efecto de *Bacillus subtilis* solo y combinado con azufre PM en el control del oídio en el cultivo de pimiento?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general.

Determinar el efecto de cuatro alternativas ecológicas para el control del oídio (*Leveillula taurica*), en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) en Olmos – Lambayeque.

1.3.2. Objetivos específicos.

Identificar el efecto de Bionanopartículas comerciales solo y combinado con azufre PM en el control del oídio en el cultivo de pimiento

Determinar el efecto de *Bacillus subtilis* solo y combinado con azufre PM en el control del oídio, en el cultivo de pimiento

1.4. Justificación

1.4.1. En lo económico.

Siendo la oidiopsis la enfermedad principal que perjudica la producción de pimiento; utilizando nuevas alternativas ecológicas para su control, favorecería la

producción y a la vez garantizaría la inocuidad, manteniendo o mejorando su posición en los mercados con la consecuente mejora de la economía del productor.

1.4.2. En lo social.

Contribuir con los productores de pimiento, fomentando la capacitación del productor, y promover la inversión privada; más aun considerando que el estado tiene el interés de mejorar el nivel socio económico de la población.

1.4.3. En lo ambiental.

La alternativa de control ecológico del oídium, supondría una posibilidad de producir pimientos inocuos y de calidad y a la vez reducir y evitar la contaminación por agroquímicos sintéticos; y sin efecto residual para el consumidor.

1.5. Alcances y limitaciones

1.5.1. Alcances.

Los resultados de esta investigación servirá como una nueva herramienta de trabajo para las empresas y productores de pimiento para el manejo del oídio durante el desarrollo del cultivo; dado que hay escasa información de trabajos sobre la aplicación de fungicidas con función biológica y de contacto consideradas en el presente trabajo de investigación, que busca reducir la utilización de fungicidas químicos, considerados como una necesidad su utilización en la neutralidad de acción de esta enfermedad endémica, pero que trae consigo muchos factores negativos, como es caso de la residualidad del producto

1.5.2. Limitaciones.

Las principales limitaciones del trabajo se consideran la persistencia de condiciones climáticas extremas como pueden ser presencia de altas temperaturas y precipitaciones inoportunas que favorecen la presencia de la plaga, por promover

su infestación y reducir la eficiencia de acción de los productos que se utilizan para su control.

1.6. Variables

1.6.1. Variable independiente (X).

Fungicida ecológico

1.6.2. Variables dependientes. (Y).

Incidencia de la enfermedad en hojas,

Incidencia de la enfermedad en tallo,

Incidencia de la enfermedad en botones florales

Rendimiento

Rentabilidad

1.6.3. Operacionalización de variables.

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable	Indicadores	Medidas	Instrumentos
Independiente:			
Fungicida ecológico	Dosis	%	Probeta
Dependientes:			
Incidencia en hojas	Incidencia	%	Observación
Incidencia en tallos	Incidencia	%	Observación
Incidencia en botones F	Incidencia	%	Observación
Rendimiento	Ratio	Kg/ha	Balanza
Rentabilidad	Ratio	%	relación
Intervinientes			
Temperatura	Grados	° C	Termómetro
Humedad	HR	%	Higrómetro
Precipitación	Ambiental	mm	Pluviómetro

1.6.2. Definición conceptual de las variables.

1.6.2.1. Variables independientes.

Fungicida ecológico: Fungicida de origen natural, utilizado en un sistema agrícola con el objetivo de no utilizar ninguna sustancia química de síntesis como fungicidas químicos, insecticidas, herbicidas, hormonas de crecimiento y fertilizantes sintéticos.

1.6.2.2. Variables dependientes.

- a. *Incidencia en hojas:* Se refiere al porcentaje o proporción de hojas afectadas respecto al total.
- b. *Incidencia en tallos:* Se refiere al porcentaje o proporción de tallos afectados respecto al total.
- c. *Incidencia en botones florales:* Se refiere al porcentaje o proporción de botones florales afectadas respecto al total.
- d. *Rendimiento:* Cantidad de producto comerciable obtenido por hectárea
- e. *Rentabilidad:* Ratio resultante de dividir los ingresos económicos de la cosecha, entre los egresos sufragados en el proceso de producción.

1.6.2.3. Variables intervinientes.

- *Temperatura:* Magnitud que determina el sentido en que se produce el flujo de calor cuando dos cuerpos se ponen en contacto, en este caso la temperatura dominante en el sector de trabajo y afectaría las condiciones de estudio.
- *Humedad relativa:* Es la humedad presente en el aire tiene una influencia importante en nuestra vida cotidiana de ahí que sea un concepto muy tenido en cuenta pues afecta a nuestra salud, nuestro confort, agricultura y procesos de producción, y se expresa en porcentaje (%).

- *Precipitación*: Depósito de agua en la corteza de la tierra en forma llovisna que cae de la atmosfera, afectando condiciones de estudio, y se expresa en milímetros (mm)

1.7. Hipótesis de la investigación

1.7.1. Hipótesis general.

Es posible controlar al oídio (*Leveillula taurica*) en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum*) mediante las cuatro alternativas ecológicas propuestas en Olmos - Lambayeque.

1.7.2. Hipótesis específicas.

El efecto de Bionanopartículas comerciales solo y combinado con azufre PM favorecen el control del oídio en el cultivo de pimiento.

Bacillus subtilis solo y combinado con azufre PM manifiestan un control efectivo del oídio en el cultivo de pimiento.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes nacionales.

Pozo (2014) en su trabajo “Eficiencia del Azobin (azoxystrobin 500 g/kg) en el control de la oidium causado por *Leveillula taurica* en pimiento (*Capsicum annum* L.) bajo las condiciones edafoclimaticas del distrito de Barranca provincia Barranca”; con la finalidad de determinar la eficiencia en el control de *Leveillula taurica* en pimiento. El diseño experimental usado fue el de bloque completo al azar DBCA 4 repeticiones y 5 tratamientos. El análisis de estadístico arrojó como el mejor resultado al tratamiento t4: (Azoxystrobin 500 g/Kg) a la dosis de 0,080 Kg/200L el cual presentó un porcentaje de eficiencia de 88,18 %.

Álvarez (2021) en su trabajo “*Alternativa de control de la oidiosis en Arándano (Vaccinium corymbosum) orgánico en Piura*”. El trabajo se llevó en un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con trece tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos que se aplicaron en rotación fueron: *Bacillus subtilis* AP-01 + Silicio, *Bacillus subtilis* AP-01 + *Bacillus subtilis* IAB/BS03, Manano oligosacaridos + *Bacillus subtilis* IAB/BS03, Silicio + Azufre, *Bacillus subtilis*

IAB/BS03 + Azufre y Manano oligosacáridos + Azufre. Los tratamientos sin rotación fueron: *Bacillus subtilis* AP-01, *Bacillus subtilis* IAB/BS03, Silicio, Azufre. Los resultados mostraron la utilización de bicarbonato de potasio y azufre sin rotación tuvieron el mejor efecto de control de la incidencia (61,85 y 42,81 %); igualmente los tratamientos con bicarbonato de potasio, Azufre y Azufre en rotación con Silicio mostraron el mejor control de la severidad (73,96; 56,7 y 54,82 % respectivamente); los tratamientos no mostraron significación en los parámetros de cosecha. Construyendo finalmente que el bicarbonato de potasio, azufre y silicio son una alternativa para control alternativo del *Oidium* sp. en el Arándano

2.1.2 Antecedentes internacionales.

Cumara (2019) en su trabajo “Efecto de las frecuencias de aplicación de tres eco-fungicidas para el control orgánico del mildiu de la quinua (*Peronospora variabilis*)” realizado en la Fundación PROINPA - Santa Cruz-Bolivia. Factor 1: Eco-fungicidas: Bio Bull, Ecobacillus-L y Polisulfuro de Calcio; Factor 2: Frecuencias de aplicación: 1ra, 2da y 3ra aplicaciones y dos testigos extras (T01: testigo sin aplicación y T02: testigo con Ridomil); diseño DBCA. Los resultados en laboratorio fueron favorables a T02 (Ridomil) y Polisulfuro de Calcio mayor que Ecobacillus L, Bio Bull y T01. En campo, fue mejor Polisulfuro de calcio, seguido de Ecobacillus-L y Bio Bull. No se encontró interacción entre eco-fungicidas y frecuencias de aplicación. Sin embargo, hubo respuesta favorable en T02 (Ridomil), y respuesta deficiente en el T01.

Arciniegas (2021) en su trabajo “Uso de nanopartículas de óxido de cinc como control de *Omphalia flavida*, agente causal de “la gotera”; enfermedad de cafeto (*Coffea arábica* L). realizado en la Universidad nacional de Colombia”, para

ello realizó la caracterización in vitro de la variación morfológica y molecular de 16 y 7 aislamientos de *O. flavida*, respectivamente; provenientes de cuatro municipios productores de café en el Cauca. De ello encontró que los morfotipos de El Tambo y La Sierra presentaron los niveles más altos de patogenicidad, y que las nanopartículas con base en ZnO mostraron una actividad antifúngica sobre los aislamientos que presentaron los niveles más altos de patogenicidad, el tratamiento más eficiente fue con 12 mmol. L⁻¹

Basamma y Shripad (2017), en su trabajo realizado en Karnataka - India “Capacidad de promoción del crecimiento y bioeficacia de *Bacillus subtilis* contra el mildiú polvoroso y el tizón temprano del tomate a través de pulverización foliar en estudios de cultivo en macetas” realizado en condiciones de maceta para estudiar la eficacia y la promoción del crecimiento. capacidad de *Bacillus subtilis* contra el mildiú polvoroso (*Leveillula taurica*) y el tizón temprano (*Alternaria solani*) de tomate. La formulación de *B. subtilis* con cuatro aplicaciones (15, 40, 65 y 90 días después de la siembra) con 2, 4, 6, 8 y 10 g/l de agua, junto con *Pseudomonas fluorescens* y *Trichoderma harzianum* a 6 g/l. Los controles tratados (Saaf 2,5 g/l) y sin tratar también se mantuvieron en el estudio. Con la dosis de 10 g/lit de *B. subtilis* se presentó el menor porcentaje de índice de enfermedad de mildiú polvoroso (13,22) y tizón temprano (11,25) y allí se registró el mayor número de ramas (6,90), frutos (16,86), peso de fruto por planta (898,76g).

Suraj (2017) en su trabajo “Manejo del mildiú polvoroso del chile (*Capsicum annum* L.)” comprobó en *Leveillula táurica*, en laboratorio, un menor porcentaje de germinación con el tratamiento de *Bacillus subtilis* al 0,1 % (9,42 %) seguido de Propiconazol al 0,1% (11,68 %), Difenconazol al 0,05 % (14,18 %) y

Hexaconazol al 0,1 % (14,86 %); y la máxima germinación con *Bacillus subtilis* 0,03 % (52,01 %). En el caso de la variable inhibición máxima de germinación de esporas sobre el control se observó 85,95 % de inhibición con *Bacillus subtilis* al 0,1%; 82,59 % con Propiconazol al 0,1 %; 78,86 % con Difenconazol al 0,05% y 77,85 % con Hexaconazol al 0,1%; resultando con mínima inhibición, 22,47 % en el caso de *Bacillus subtilis* al 0,03%. En campo, se aprecia reducción en la severidad con en el tratamiento de *Bacillus subtilis* (0,1%) seguido de Hexaconazol; y difenconazol con un porcentaje de incidencia (PDI) promedio de 16,79 % 16,95 % y 15,70 % respectivamente; siendo las más baja con *Bacillus subtilis* a 0,03 y 0,06%

2.2. Marco teórico

2.2.1. El cultivo del pimiento.

El pimiento, especie solanácea, pertenece al género *Capsicum*, Los mismos se distribuyen en cuatro especies: *C. annuum* L., *C. frutescens* L., *C. pendulum* Willd., *C. pubescens* R. & P., mayormente comercializada en verde, que, de dejarse en la planta, adquiere una coloración amarilla o roja a la madurez; existen numerosas variedades algunas con sabor picante (FAO, 2002, citado por Coral, 2017, p. 7).

Al año 2016, china fue el primer productor mundial con 750 893 ha., seguido de México con 170 135 ha., Turquía con 89 032 hectáreas; Indonesia con 60 222 ha., y España con 17 823 (Horto, 2018).

En el Perú, el cultivo se distribuye a nivel nacional desde Tacna hasta Tumbes; siendo los departamentos de Tacna, Ica, Lima, La Libertad, Lambayeque y Tumbes con mayores áreas de cultivo habiéndose iniciado su producción agroexportadora en Villacuri en el año 1994 (Coral, 2017, p. 08). Con 1 832 hectáreas a nivel nacional (Horto, 2018)

Las exportaciones de pimiento, se dan en diversas formas según variedades como: pimiento morrón (31 %), paprika entera seca (24 %), pimiento piquillo (21 %), paprika molida (13 %), chile ancho (5 %), pasta de ají (4 %), y paprika en trozos (2 %) (PromPerú, 2014, citado por Coral et al., p. 7).

Tabla 2

Producción de pimiento por departamento

Región	Cosechada Producción		Rendimiento	Precio
	Ha	Tonelada	Kg/ha	S/
Nacional	1 832	49 194	26 853	0,97
Lambayeque	885	37 516	42 391	0,80
Lima	533	3 387	6 355	1,71
Tacna	166	3 051	18 380	1,94
Lima Metropolitana	138	2 569	18 617	1,02
La Libertad	83	2 284	27 685	1,31
Ica	17	326	19 398	1,00
Tumbes	11	61	5 688	1,47
Total	1 832	49 194	19 787	1

Nota: Horto (2018)

2.2.1.1 Botánica del cultivo de pimiento.

Taxonómicamente Flores y Vilcapoma (2008) citados por Huamán (2016) identifica al pimiento en:

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Scrophulariales

Familia: Solanceae

Género: *Capsicum*

Especie: *Capsicum annuum* L. (p. 4).

Morfológicamente se describe del siguiente modo:

- a. *Sistema radicular*: El pimiento presenta raíz pivotante y profunda (dependiendo del suelo), abundantes raíces adventicias que pueden alcanzar una profundidad de entre 30 y 50 cm y de 30 a 60 cm a los lados (Trujillo, Gutiérrez y Pérez, 2004).
- b. *Tallo*: El tallo del pimiento es de crecimiento limitado y erecto con un diámetro de entre 0,5 y 1,5 cm., que se lignifica con el tiempo; alcanzando la planta, aproximadamente 60 cm de altura, según el tipo y/o especie (Casilimas y Monsalve, 2012, p. 19).
- c. *Hoja*: Las hojas de color verde, alternas, con peciolo largo, son enteras, glabras y lanceoladas, ápice acuminado, presentan diversas formas, según variedades; con una vena principal y venas secundarias (Montes, Heredia y Aguirre, 2004, p. 4).
- d. *Las flores*: Solitarias insertadas en las axilas de las hojas, pequeñas, corola de color blanca; hermafrodita, con polinización es autógama, principalmente, aunque puede ser alógama hasta en un 10 % (Trujillo et al., 2004, p. 13).
- e. *Los frutos*: En baya hueca semicartilaginosa, en forma de capsula llena de aire; de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco). En la parte exterior tienen una piel dura. Algunas variedades van pasando del verde al anaranjado y al rojo a medida que van madurando. Su tamaño es variable, pudiendo pesar desde gramos, hasta más de 500 gramos (Montes et al., 2004, p. 15)

2.2.1.2 Características agronómicas del pimiento.

- a. *Exigencias medioambientales*

- *Clima:* Las temperaturas ideales para el pimiento son altas (25 °C); las temperaturas mayores a 30 °C, disminuye el número de flores, afecta la fecundación, caída de cuajos y frutos; en invernadero, para el trasplante se requiere idealmente, temperaturas de 20 ° C en la noche y 22°C en el día; en crecimiento y desarrollo, se prefieren entre 15 a 19 °C por la noche y de 22 a 25 °C en el día; temperaturas diferentes favorecen la aparición de desórdenes fisiológicos como la pudrición apical e incluso la no producción de frutos (Bojacá, Gil y Villagrán, 2012, p. 42)
- *Suelo:* El pimiento prefiere suelos franco arenosos, ricos en materia orgánica, con un pH de 6,2 por cuanto la disponibilidad de elementos importantes se facilita y la absorción de nutrientes se efectúa sin dificultad, CE entre 1,5 y 1,8 dS/m preferentemente sin superar los 2,1dS/m, ya que una CE por encima de este valor; puede provocar problemas de absorción de agua y nutrientes (Mosalve, 2012)

b. Propagación del pimiento.

El método más común de propagación de pimiento es por medio de plántulas, proveniente de semillas, que incluye la selección y propagación del material vegetal. Las plántulas deben ser vigorosa, libre de patógenos y con buen desarrollo radicular (Casilimas y Monsalve, 2012, p. 20).

2.2.2. Oidiopsis del pimiento.

La oidiopsis del pimiento es provocada por *Leveillula taurica*, que corresponde a la forma asexual de *Oidiopsis* spp., muy diseminada en el mundo, de fácil diagnóstico, favorecida por climas cálidos (secos o húmedos) óptimamente demanda condiciones de temperatura de 20 a 30 °C y humedad de 70 a 80 %. Se presenta

principalmente en las hojas mediante decoloraciones amarillentas de forma circular en haz, que se va tornando al pardo posteriormente; En el envés manifiesta punteados necróticos generalmente en forma de mohos blancos pulverulentos; iniciándose su ataque de hojas viejas (CAJAMAR, 2021).

Pozo (2014), ubica taxonómicamente a *L. taurica* en su condición de teleomorfo del siguiente modo:

Reino: Fungí

Orden: Erysiphales

Familia: Erysiphaceae

Phylum: Ascomycota

Género: *Leveillula*

Especie: *Leveillula taurica*

SYNGENTA (2018) reporta más de 1 000 especies hospederas de esta enfermedad correspondientes a 74 familias (*Lycopersicon esculentum*, *Medicago sativa*, *Solanum melongena*, *Allium cepa*, *Capsella bursa-pastoris*, *Olea europea*, *Cucurbita máxima*, *Allium porrum*, *Allium sativum* etc.), pero se presenta principalmente en especies del género *Capsicum*. Y el causada por *Leveillula taurica* (Lév.) Arnaud (Anamorfo: *Oidiopsis silicua* Scalia, *Oidiopsis taurica* (Lév.).

Es un parásito obligado, que solamente crece, sobre tejido vivo; teniendo además como hospederos a tomate, berenjena y algunas malezas, pudiendo infectar más de 1 000 especies de 74 familias (Bernal, s. f., p. 3).

Igualmente, Bernal (s. f.) manifiesta que el ciclo de la enfermedad, desde el momento en que se inicia la infección hasta la aparición de los primeros síntomas

(el período latente) pueden transcurrir entre 18 a 21 días; además, los síntomas iniciales no son detectados fácilmente. El hongo crece internamente y después emite las formas de reproducción (conidióforos y conidios) a través de las estomas en el envés de la hoja, por tanto, cuando la enfermedad es detectada en el internáculo, muchas hojas ya están infectadas, pero no muestran todavía el síntoma (p. 4).

2.2.2.1 Manejo del oídio del cultivo de pimiento.

Existen métodos culturales como como: elección de época de plantación, deshoje y eliminación de hojas viejas, ayudan a reducir su incidencia (CAJAMAR, 2021). Igualmente; ayudan la incorporación al suelo del material vegetal fresco, a modo de abono verde (favorece la rápida descomposición microbiana), evitar altas densidades, excesos de fertilización nitrogenada y riego, rotaciones de cultivos, evitar cercanía de cultivos a hospedantes, evitar el estrés en el cultivo (SYNGENTA, 2018). Además, que La severidad de la enfermedad se reduce en lugares bien aireados y expuestos al sol por lo que el orientar las líneas de cultivo en la dirección de los vientos dominantes de la zona ayuda a reducir las infecciones (Ecoforce, 2021).

Cuando la enfermedad, se ha establecido se recurre a aplicaciones químicas como azufre mojable, o fungicidas como strobilurinas (pyraclostrobin, azoxyistrobin, kresoxim-metil, trifloxystrobin)

2.2.2.2 Fungicidas ecológicos.

a. Nano partículas:

La acción antimicrobiana de las nanopartículas se vincula principalmente al estrés oxidativo inducido por la generación de especies reactivas de oxígeno, tales como

radicales libres. Las nanopartículas, en contacto con el microorganismo, desestabiliza la pared y membrana celular, lo que facilita su entrada a la célula, donde liberan iones metálicos (Cu^+ , Zn^+); provocando ambos, toxicidad y estrés oxidativo; con degradación de varios compuestos y estructuras vitales para la supervivencia de los microorganismos (inactivación de proteínas, daño a enzimas y daño al material genético como el ADN) (Hermida y Pariona, 2021).

b. Bacillus subtilis:

La producción de enzimas líticas como quitinasas y β -glucanasas excretadas por los agentes de control biológico (ACB), entre los cuales están especies del género *Bacillus*, tienen efecto inhibitorio contra patógenos de origen fúngico; dichas enzimas degradan los principales polisacáridos que conforma la pared celular de hongos, mediante la hidrólisis de sus enlaces glucosídicos, existiendo actualmente, diversos estudios científicos que reportan la actividad antifúngica in vitro del género *Bacillus* (Villarreal, Villa, Cira, Estrada, Parra y de los Santos, 2017, p. 108) Taxonómicamente, Jansen (2004) citado por López (2018) lo clasifica así:

Reino: Bacteria

Filo: Firmicutes

Clase: Bacilli

Orden: Bacillales

Familia: Bacillaceae

Género: Bacillus

Especie: *B. subtilis* (p.11)

c. Azufre

El azufre, aplicado preventivamente, expresa buen resultado, aunque debe evitarse las altas temperaturas que pueden provocar quemaduras (lo puede evitarse aplicando el producto por la mañana o por la tarde). debe tener que puede mostrar incompatibilidad con otros productos químicos en el caso de que se quieran realizar mezclas (Bernal, 2007, p. 28)

2.2.2.3 Fungicidas sintéticos.

Son productos químicos que se utilizan para el manejo hongos fitopatógenos eliminándolos o evitando su daño; estos pueden actuar por contacto (sobre la superficie aplicación evitando la germinación de esporangios e invasión) de forma sistémica (Absorbibles por las hojas o raíces de donde se movilizan al resto de la planta) entre ellos los de acción translaminar (pueden pasar de una zona de aplicación a otro a través de la lámina) (Pérez y Forbes, 2023).

La desventaja del control químico es el desarrollo de resistencia por parte del patógeno (mecanismos naturales de mutación) tales como la resistencia generada frente a Benomyl, Triadimefon, Fenarimol, Dinocap, Azoxistrobin, Imazalil, entre otros. Debido a ello deberá recurrirse a productos, con diferentes mecanismos de acción, y mejor aun utilizando diversas estrategias de control, con énfasis en las medidas menos agresivas al ambiente (SYNGENTA, 2018, p. 12).

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo experimental y se orientó a identificar los efectos de cuatro alternativas ecológicas en el control de oidium en el pimiento, centrando el interés en explicar por qué ocurre el fenómeno y en qué condiciones (Hernández et al., 2014). Sometiendo a un grupo de individuos, a determinados tratamientos (variable independiente), y observar su efecto en las variables dependientes

3.2. Diseño de la Investigación

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA) con seis tratamientos con cuatro repeticiones, con el modelo aditivo lineal siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

$$i = 1 \dots r; \quad j = 1 \dots a; \quad k = 1, \dots, b$$

Donde:

μ = Parámetro, efecto medio

τ_i = Parámetro, efecto del tratamiento I

β_j = Parámetro, efecto del bloque j

ϵ_{ij} = valor aleatorio, error experimental de la u.e. i,j

Para el análisis estadístico se empleó el análisis de varianza a una probabilidad $\alpha = 0,05 - 0,01$. La comparación de medias entre tratamientos se realizó mediante la prueba de significación de Tukey a una probabilidad $\alpha = 0,05$.

3.2.1. Tratamientos.

T1: Convencional (Químico)

T2: Bionanoparticulas

T3: Bionanoparticulas + azufre PM

T4: *Bacillus subtilis*

T5: *Bacillus subtilis* + azufre PM

T6: Sin aplicación (Testigo)

3.2.2. Distribución de tratamientos.

Figura 1

Distribución de los tratamientos en campo

T1	T3	T5	T4	T2	T6	Bloque 1
T5	T2	T4	T6	T1	T3	Bloque 2
T3	T4	T6	T1	T5	T2	Bloque 3
T6	T2	T3	T5	T4	T1	Bloque 4

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población.

La población estuvo constituida de 720 plantas que corresponde a los 6 tratamientos de cada bloque, en cuatro repeticiones, con un total de treinta (30) plantas por tratamiento experimental.

3.3.2 Muestra.

La muestra estuvo formada por las 18 plantas centrales de cada tratamiento experimental, excluyendo las plantas de los lados para evitar el efecto de bordes.

3.3.3 Características del campo experimental.

3.3.3.1 Área total.

Largo : 36,0 m

Ancho : 7,2 m

Área : 259,2 m²

3.3.3.2 Área del bloque.

Largo : 36 m

Ancho : 1,8 m

Área : 64,8 m²

3.3.3.3 Área de la unidad experimental.

Largo : 6,0 m

Ancho : 1,8 m

Área : 10,8 m²

3.3.3.4 Lugar de ejecución.

El trabajo de investigación se ejecutó en el fundo Mi Isabela - Empresa Green Perú SA (Carretera Panamericana Norte Km 861).

Región : Lambayeque

Provincia : Lambayeque

Distrito : Olmos

Sector : Pañala Grande

Altitud : 175 msnm

Figura 2

Ubicación geo referenciada del trabajo de investigación



Nota: Google (2021)

3.4. Descripción de instrumentos para recolección de datos

3.4.1 Técnicas de recolección de datos.

3.4.1.1 Observación directa.

Esta técnica se utilizó para observaciones de campo recolectando la información pertinente para realizar el análisis estadístico de resultados.

3.4.1.2 Observación indirecta.

Esta técnica se utilizó para el caso de observaciones mediante laboratorio, como, por ejemplo. Análisis de suelo, identificación de hongos, análisis de agua de riego.

3.4.2 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Para el procesamiento de datos de las variables se utilizó programas de SPSS (V – 24) y Microsoft Excel (V- 2016).

- *Análisis de varianza y prueba de significación.*

Para el análisis se empleó el análisis de variancia (ANOVA), usando la prueba F a un nivel de significación de 0,05 y 0,01 para la comparación múltiples de medias se utilizó la prueba de significación de Tukey a una probabilidad $\alpha = 0,05$.

Tabla 3

Esquema del análisis de varianza

Fuente de variación	G.L.	Suma cuadrados	Cuadrado medio	F calculada
Bloques (b-1)	3	SC b	SC b/Gl b	CM b/CM error
Tratamiento (t-1)	5	SC r	SC r/Gl r	CM r/CM error
Error (b-1. r-1)	15	SC error	SC error	
Total (n – 1)	23	SC total		

Nota: López y Melo (2020)

3.4.3 Hipótesis estadística.

a. Para los bloques

H0: No existen diferencias significativas entre los promedios de los bloques

H1: Si existen diferencias significativas entre los promedios de los bloques

b. Para los tratamientos

H0: No existen diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos.

H1: Si existen diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos

- Nivel de significación: $\alpha = 0,05$ y $0,01$

- Regla de decisión:

$F_c \leq F_{0,05}$ no se rechaza la Ho

$0,05 < F_c < F_{0,01}$ se rechaza la Ho, representándola por: *

$F_c > F_{0,01}$ se rechaza la HO representándola por: **

3.5 Manejo del experimento

3.5.1 Preparación de suelo.

El cultivo se condujo en camellones distanciados a 1,8 m., formados a una altura de 30 cm., donde se aplicará materia orgánica en la cantidad de 10 t/ha.

3.5.2 Plantación.

3.5.2.1 Material de reproducción.

Se utilizaron plántulas de pimiento con 5 hojas verdaderas, de la variedad Morrón VC 2, en contenedores de 1 onzas de capacidad de sustrato; las mismas provinieron de vivero garantizado, libre de enfermedades y plagas.

3.5.2.2 Plantación.

La plantación se realizó a doble hilera, con un lateral de riego por camellón, separados a 0.4 m. de hilera a hilera y 0.25 m. entre planta y planta.

3.5.3 Conducción del cultivo.

- a. Manejo de malezas:* Para el control de malezas se utilizó herbicidas pre emergentes, en primera instancia (Ronstar) y luego se desarrollaron métodos combinados entre el método manual y herbicidas selectivos (Sencor y Prowl).
- b. Nutrición:* Para la nutrición adecuada del cultivo de pimiento se consideró la extracción correspondiente, considerando 170 unidades de N, 50 unidades de P₂O₅, 120 unidades de K₂O, 70 de CaO, 60 de MgO y 11 de SO; además de 600 g de Fe, 400 g de Mn, 500 g de Cu, 300 g de Zn y 200 g de B; fórmula propuesta por Monsalve (2012). La fertilización fue realizada mediante fertirriego utilizando fertilizantes líquidos y sólidos solubles.
- c. Manejo fitosanitario.* El manejo fitosanitario aplicado fue mediante monitoreo permanente del cultivo para identificar síntomas y signos de plagas y

enfermedades, además, se considerará las condiciones medioambientales. Las principales plagas presentadas en el experimento fueron: gusano masticador (controlado por Absolute (Spinetoram 60 g/L), propiopsis y mosca blanca (Controlado con Imidacloprid y Spirotetramat 15 %) y Oidiun que fue controlado utilizando las estrategias propuestas en el trabajo.

- d. *Cosecha*: Cuando el producto alcanzó un estado suficiente de desarrollo como para que después de la cosecha y el manejo poscosecha, su calidad sea, por lo menos, la mínima aceptable por el consumidor o cuando se alcancen las características que exige el mercado, las cuales normalmente lo alcanza entre los 90 a 120 días después del trasplante (Monsalve y Villagrán, 2012, p. 162). Luego de recoger la cosecha, se mantuvo ésta en la sombra y en el inmediato plazo se llevó al packing, para su procesado

3.5.4 Aplicación de los tratamientos.

3.5.4.1 Manejo convencional del oídio en pimiento.

El tratamiento convencional o testigo consistió en el tratamiento químico consistente que presentamos en la tabla 4.

Tabla 4

Tratamiento convencional de oidium en cultivo de pimiento

Aplicación	DDS	Ingrediente activo
1	35	Boscalit y pyroclostrobin
2	50	Azoxistrobin y Tebuconazol
3	65	Myclobutanil
4	80	Metrafenona
5	95	Meptydinocarp
6	110	Boscalit y pyroclostrobin

Nota: DDS = Días después de la siembra

3.5.4.2 *Bionanoparticulas.*

Se utilizó el producto comercial NO FUNGUS, desarrollado en base a Bionanotecnología que activan los sistemas naturales de defensa de la planta, fortaleciendo su sistema inmunitario para protegerla de ataques de hongos oomicetos. La dosis utilizada será de 1 %.

3.5.4.3 *Bionanoparticulas + azufre PM.*

Se utilizó el producto comercial NO FUNGUS a dosis de 0,5 % mezclado con azufre polvo mojable (malla 90) de partícula muy fina que forma una suspensión coloidal con el agua; a una dosis de 0,375 %.

3.5.4.4 *Bacillus subtilis.*

Se utilizó el producto comercial SERENADE a una dosis de 0,75 %.

3.5.4.5 *Bacillus subtilis + azufre PM.*

Se utilizó el producto comercial SERENADE a una dosis de 0,5 %, complementado con azufre polvo mojable (malla 90) de partícula muy fina que forma una suspensión coloidal con el agua; a una dosis de 0,375 %.

3.5.5 Manejo y evaluación de tratamientos.

Las evaluaciones se realizaron en el momento de mayor susceptibilidad del cultivo que es cuando se presenta la máxima área fotosintética (Rolleri, 2007); que coincide con el periodo de llenado de frutos; registrando la información correspondiente a cada variable respuesta:

- a. *Incidencia de la enfermedad en hojas:* En la etapa de mayor susceptibilidad del cultivo, para ello se evaluó la presencia de moho blanco en las hojas, contando el número de hojas afectadas en las plantas muestra, procediendo a determinar

la incidencia conforme al método propuesto por Potosí (2014), utilizando la siguiente fórmula:

$$IEH = \frac{NHI}{NTH} \times 100$$

Donde:

IEH: Incidencia de la enfermedad en hojas

NHI: Número de hojas infectadas

NTH: Número total de hojas

b. Incidencia de la enfermedad en tallo: Para ello se evaluó la presencia de moho blanco en los tallos, contando el número de tallos afectados en las plantas muestra, procediendo a determinar la incidencia conforme al método propuesto por Potosí (2014), utilizando la siguiente fórmula:

$$IET = \frac{NTI}{NTT} \times 100$$

Donde:

IET: Incidencia de la enfermedad en tallos

NTI: Número total de tallos infectadas

NTT: Número total de tallos

c. Incidencia de la enfermedad en botones florales: Para ello se evaluó la presencia de moho blanco en los botones florales, contando el número de botones florales afectados en las plantas muestra, procediendo a determinar la incidencia conforme al método propuesto por Potosí (2014), utilizando la siguiente fórmula:

$$IEB = \frac{NBI}{NTB} \times 100$$

Donde:

IEB: Incidencia de la enfermedad en botones florales

NBI: Número de botones florales infectadas

NTB: Número total de botones florales

d. Rendimiento: Cantidad de la cosecha por unidad experimental expresada en kg/UE; para ello se pesó en total de la cosecha.

e. Rentabilidad: Relación entre ingresos y egresos, expresado con la ratio correspondiente.

3.5.5 Variables intervinientes.

3.5.5.1. Temperatura.

Las temperaturas máximas de la zona de estudio fueron uniformes oscilando las máximas entre los 30,6 °C en febrero y los 23,47 °C en setiembre; y las mínimas entre los 24,4 en febrero y 15,2 en agosto. Temperaturas adecuadas para el desarrollo de la enfermedad 21 a 32 °C según Vicente et al. (2021)

5.5.5.2 Humedad relativa.

Por otra parte, la humedad relativa durante el año del experimento osciló entre los 91,5 % en enero y 87,2 en febrero, alta humedad relativa que favoreció la presencia de la enfermedad que obtiene su mejor desarrollo cuando esta es superior a 85 % (Guigon, 2006).

5.5.5.3 Precipitación.

Por otra parte, la precipitación durante el año del experimento osciló entre los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero con 2,25 mm; 3,4 mm; 2,4 mm; 0,5 mm respectivamente, favoreciendo la presencia de la enfermedad por los lavados que recibía después de la aplicación del azufre y *Basillus subtilis*, producto de las precipitaciones, encontrándose el pimiento en la fase de crecimiento y botoneo,

coincidiendo con la etapa más delicada de la planta para el cuidado del oídium (Gutiérrez, 2011).

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. Incidencia de la enfermedad en hojas.

En la tabla 5, del análisis de varianza para la incidencia de la enfermedad en hojas, observamos que hay diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Sin embargo, podemos observar no hay diferencias significativas para los bloques.

Tabla 5

Análisis de varianza incidencia de la enfermedad en hojas (%)

FV	GL	SC	CM	FC	F t		Sig.
					0,05	0,01	
Tratamiento	5	19799,70	3959,94	240,69	2.90	4.56	**
Bloque	3	23,45	7,82	0,48	3.29	5.42	NS
E. E.	15	246,79	16,45				
Total	23	20070,00					

Nota: ns = No significativo; * = Significativo ** = Altamente significativo; C.V. = 6,85 %

En la tabla 6, de la prueba de significación de Tukey encontramos 5 grupos diferente, el grupo formado por el tratamiento 1 (Químico) obtuvo el menor porcentaje de incidencia con un promedio de 5,50%, el tratamiento 6 (Testigo) obtuvo la más alta incidencia con un 100%)

Tabla 6*Prueba de significación de Tukey para incidencia de la enfermedad en hojas*

Orden	Tratamiento	Incidencia (%)	Sig. $\alpha = 0,05$
1	T1	5,50	a
2	T3	48,25	b
3	T4	60,25	c
4	T5	67,50	c d
5	T2	73,75	d
6	T6	100,00	e

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

4.1.2. Incidencia de la enfermedad en tallo.

En la tabla 7, del análisis de varianza para la incidencia de la enfermedad en tallo, observamos que hay diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Sin embargo, podemos observar no hay diferencias significativas para los bloques.

Tabla 7*Análisis de varianza incidencia de la enfermedad en tallo (%)*

FV	GL	SC	CM	FC	F t		Sig.
					0,05	0,01	
Tratamiento	5	21518,30	4303,67	280,67	2.90	4.56	**
Bloque	3	61,50	20,50	1,34	3.29	5.42	NS
E. E.	15	230,00	15,33				
Total	23	21809,80					

Nota: ns = No significativo; * = Significativo ** = Altamente significativo; C.V. = 5,33 %

En la tabla 8, de la prueba de significación de Tukey encontramos 5 grupos diferente, el grupo formado por el tratamiento 1 (Químico) obtuvo el menor porcentaje de incidencia con un promedio de 12,0%, el tratamiento 6 (Testigo) obtuvo la más alta incidencia con un 100 %.

Tabla 8*Prueba de significación de Tukey para incidencia de la enfermedad en tallo*

Orden	Tratamiento	Incidencia (%)	Sig. $\alpha = 0,05$		
1	T1	12,00	A		
2	T3	62,00	b		
3	T2	85,25	c		
4	T4	86,25	c	d	
5	T5	95,00	d	e	
6	T6	100,00		e	

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

4.1.3. Incidencia de la enfermedad en botones florales.

En la tabla 9, del análisis de varianza de la incidencia de la enfermedad en botones florales, observamos diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Sin embargo, podemos observar no hay diferencias significativas para los bloques.

Tabla 9*Análisis de varianza incidencia de la enfermedad en botones florales (%)*

FV	GL	SC	CM	FC	F t		Sig.
					0,05	0,01	
Tratamiento	5	20858,40	4171,68	96,75	2,90	4,56	**
Bloque	3	229,46	76,49	1,77	3,29	5,42	NS
E. E.	15	646,79	43,11				
Total	23	21734,60					

Nota: ns = No significativo; * = Significativo ** = Altamente significativo; C.V. = 12,91 %

En la tabla 10, de la prueba de significación de Tukey encontramos 4 grupos diferente, el grupo formado por el tratamiento 1 (Químico) obtuvo el menor porcentaje de incidencia con un promedio de 1,75%, el tratamiento 6 (Testigo) obtuvo la más alta incidencia con un 100%.

Tabla 10*Prueba de significación de Tukey para incidencia de la enfermedad en botones florales*

Orden	Tratamiento	Incidencia (%)	Sig. $\alpha = 0,05$
1	T1	1,75	a
2	T3	36,25	B
3	T2	51,0	b c
4	T4	52,25	c
5	T5	64,0	c
6	T6	100,0	d

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

4.1.4. Rendimiento.

En la tabla 11, del análisis de varianza para rendimiento por unidad experimental, observamos que hay diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Sin embargo, podemos observar no hay diferencias significativas para los bloques.

Tabla 11*Análisis de varianza rendimiento por unidad experimental (Kg)*

FV	GL	SC	CM	FC	F t		Sig.
					0,05	0,01	
Tratamiento	5	1248,90	249,78	201,37	2,90	4,56	**
Bloque	3	0,34	0,11	0,09	3,29	5,42	NS
E. E.	15	18,61	1,24				
Total	23	1267,85					

Nota: ns = No significativo; * = Significativo ** = Altamente significativo; C.V. = 4,23 %

En la tabla 12, de la prueba de significación de Tukey encontramos 3 grupos diferente, el grupo formado por el tratamiento 1 (Químico) obtuvo el mejor rendimiento con un promedio de 41,76 kg por unidad experimental, los tratamientos T2, T4, T5 y T3 forman un segundo grupo con rendimientos similares que van desde

23,3 hasta 25 kilogramos por unidad experimental, y el tratamiento 6 (Testigo) obtuvo el más bajo rendimiento alcanzando sólo 18,95 kilogramos por unidad experimental.

Tabla 12

Prueba de significación de Tukey para rendimiento por unidad experimental

Orden	Tratamiento	Rendimiento (Kg)	Sig. $\alpha = 0,05$
1	T6	18,9525	a
2	T2	23,375	b
3	T4	23,4725	b
4	T5	24,7175	b
5	T3	25,7875	b
6	T1	41,7575	c

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

4.1.5. Rentabilidad.

Dado la diferencia altamente significativa del tratamiento T1 (Control químico) y que los demás tratamientos no alcanzaron niveles de control satisfactorios; sólo se efectuó el análisis de rentabilidad (B/C) para el tratamiento T1 (Apéndice B2. Evaluación económica del cultivo del Pimentón)

4.2. Contrastación de hipótesis

Del análisis realizado sobre efecto de cuatro alternativas ecológicas para el control del oídio (*Leveillula taurica*), en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*), se ha podido determinar que, existe diferencia significativa un tratamiento de los cuatro aplicados, por lo que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

El análisis de varianza para la variable incidencia de oídio en hojas de pimiento, muestra diferencias altamente significativas (CV: 6,85 %) para los efectos principales entre los tratamientos $F_c=240,7$ que es superior a $F_{t_{0,01, 5-15}} = 4,556$; en tal sentido corresponde rechazar la hipótesis nula, aceptando que si existen diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos.

Al realizar el análisis de varianza para la variable incidencia de oídio en tallos de pimiento, se encontró diferencias altamente significativas (CV: 5,33 %) para los efectos principales de los tratamientos en que $F_c = 280,67$ que es superior a $F_{t_{0,01, 5-15}} = 4,556$ por lo cual corresponde el rechazo de la hipótesis nula, aceptando que si existen diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos

En la variable incidencia del oídio en botones florales, cuando realizamos el análisis de varianza encontramos que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos con un FC de 96,75 respecto a $F_{t_{0,01 5-15}}$ igual a 4,56; por tanto, corresponde el rechazo de la hipótesis nula, aceptando que si existen diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos.

Al realizar el análisis de varianza en la variable rendimiento por unidad experimental, encontramos diferencias altamente significativas entre tratamientos con un a F_c igual a 201,37 respecto $F_{c_{0,01 5-15}}$ igual a 4,56; correspondiendo el rechazo de la hipótesis nula, aceptando que si existen diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos.

4.3. Discusión de resultados

La prueba de significación de Tukey (0,05) demostró que la menor incidencia de oídio (*Leveillula taurica*) en hojas de pimiento (*Capsicum annuum* L) se presenta

utilizando el control químico con 5,5 % de incidencia (combinación de Boscalit y pyroclostrobin/Azoxistrobin y Tebucosazol/Myclobutanil/Metrafenona/Meptydinocarp/Boscalit y pyroclostrobin) en cinco aplicaciones durante el ciclo del cultivo; el segundo lugar se obtuvo con T3 (Bio nanopartículas + azufre PM) con un 48,25 % de incidencia, luego encontramos a T4 (*B. subtilis*) y T5 (*B. subtilis* + azufre PM) con 60,25 y 67,5 % de incidencia, luego se encuentra T2 (Bio nanopartículas) con 73,75 % de incidencia respecto al testigo con 100 % de incidencia. Los resultados muestran que ninguna de las alternativas orgánicas ensayadas, lograrían un control satisfactorio del oídio en el cultivo de pimiento; sin embargo, existe importante información bibliográfica que reporta eficiencia en el control de hongos, tales como el caso de *Bacillus subtilis* aislamiento QST 713 (Bettiol, Maffia y Marcico, 2014). Así mismo Basamma y Shripad (2017) encontraron un importante control de oídio del pimiento con sólo 13,22 % de incidencia con aplicación foliar de 10 g l⁻¹ de *B. subtilis*.

Al realizar la prueba de significación de Tukey (0,05) encontramos que la menor incidencia de oídio en tallos de pimiento se presentó con T1 (control químico) con 12 % de incidencia, seguido de T3 con 62 % de incidencia, luego encontramos a T2 (*B. subtilis*) y T4 (*B. subtilis* + azufre PM) con 85,25 y 86,25 % de incidencia, luego se encuentra T5 (Bio nanopartículas) con 95 % de incidencia respecto al testigo con 100 % de incidencia. Resultado que no coincide con lo encontrado por Arciniegas (2021) que reporta actividad antifúngica de nanopartículas con base en ZnO; o con Suraj (2017) quien encontró una baja incidencia de oídio en pimiento, en condiciones de laboratorio como y campo utilizando *B. subtilis* al 0,1 %.

En la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, para incidencia de la enfermedad de oídium en botones florales de pimiento, encontramos que la menor incidencia ocurrió con el tratamiento químico (T1) con 1,75 % de incidencia; muy lejos de los demás tratamientos T3 y T2 (36,25 y 51 %) que a la vez superó a T4 con 52,25 % y T5 con 64 %; todos superiores al testigo (T6: sin tratamiento) cuya incidencia fue de 100 %. Apreciamos la dominancia del control químico, y que *Bacillus subtilis* Cepa QST 713, sólo o complementado con azufre, no fue efectivo a un nivel aceptable; a pesar que existen diversos reportes de su efectividad como antagonista de enfermedades foliares (Basamma y Shripad, 2017; Santos y Diánez, 2010; López, 2022). Similarmente, se encuentra que el uso de Bionanopartículas de extractos naturales, tampoco alcanzaría significativo nivel de control; no obstante existen pruebas de laboratorio donde se encuentran auspiciosos resultados sobre hongos y bacterias fitopatógenas (Hermida y Pariona, 2021; Pardo, Arias y Molleda, 2022) es también contrario a la propuesta de COPEAGRO () que afirman que No Fungus (Bionanoparticulas al 70%) activaría sistemas naturales de defensa de la planta, fortaleciendo su sistema inmunológico para protegerla de ataques de hongos Oomicetos. Es de indicar que las condiciones ambientales presentes durante el periodo de cultivo fueron muy favorables para el desarrollo de hongo fitopatógeno (*Leveillula taurica*), con temperaturas de entre 17,2 a 27,1 °C y humedad relativa de 89.8 %; coincidiendo con Cerkauskas (2004) citado por Matididieri et al. (2010) que reporta la humedad relativa de entre 85 y 95 %, y temperaturas de 15 a 25 °C como condiciones ideales para su desarrollo.

Dado, que en la variable rendimiento por unidad experimental, se encuentran diferencias altamente significativas, se procedió a la prueba de

comparaciones múltiples de Tukey, encontrando una superioridad de rendimiento del tratamiento T1 (Control químico) con un rendimiento promedio de 41,76 kg UE⁻¹, respecto a los demás que alcanzaron un rendimiento de entre 23,37 a 25,78 kg UE⁻¹, y del testigo con 18,95 kg UE⁻¹. Por los resultados obtenidos se puede colegir que las alternativas ecológicas para el control del oídio (*Leveillula taurica*) en el cultivo de pimiento no lograron un nivel satisfactorio ya que resulta con un rendimiento inferior al obtenido con el método químico, alcanzando únicamente el 55,96 %. Se podrían explicar estos resultados, debido a condiciones que deberán estudiarse previamente, así Guigon (2014) considera que para el control biológico de *Leveillula taurica* (*Oidiopsis taurica*) debería determinarse: los niveles de colonización para ajustar concentración del bioplaguicida, las dosis y forma de aplicación; que podrían estar condicionados al nivel de severidad de la plaga (muy alta dispersabilidad), condiciones medioambientales (precipitación, T°, H°). Igualmente, no se cumple satisfactoriamente la capacidad antifúngica de las Bionanopartículas propuesta entre otros por Castro (2017) elemento que a la fecha todavía no se han estudiado satisfactoriamente y se cuentan mayormente con resultados de laboratorio de estudios in vitro (Correa et al., 2018). La falta del efecto positivo de los fungicidas ecológicos, se deberían a condiciones ambientales como las precipitaciones que en el periodo de cultivo fueron importantes con precipitaciones de hasta 4 mm., en momentos críticos y de post aplicación al cultivo; esto último coincide con la evidencia demostrada por Gutiérrez (2011) que los fungicidas protectantes (no sistémicos) incluidos los biopreparados, que forma una barrera de protección del tejido, pueden reducir su capacidad de adherencia de 4.5 a 5.3 %, respecto a 80,4 y 83,7 % de agroquímicos convencionales; y por ende

su capacidad de control; y que esto se mejoraría generando una solución emulsionable. Efectos similares de las lluvias reporta Almacellas y Marín (2013) para agroquímicos de contacto y protectantes, entre ellos el azufre.

Respecto a la rentabilidad, realizada en base al costo y beneficios del tratamiento 1 (T1: Control químico) con un costo de S/ 37 766,65 y un rendimiento por hectárea de 45 t; la rentabilidad a nivel de beneficio costo (B/C) es de S/ 2,38.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Primera. De las cuatro alternativas ecológicas propuestas para el control del oídio (*Leveillula taurica*), en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*), se ha podido determinar que solo un tratamiento ha demostrado niveles significativos estadísticos, siendo el tratamiento 1 (químico).

Segunda. Los resultados mostraron que el control de oidium del pimiento con Bionanoparticulas, si bien superaron al testigo (sin aplicación) no alcanzó niveles de control efectivos, sólo ni combinado con azufre PM (73,75 y 48,25 % de incidencia en hojas) y fue superado por el control químico.

Tercera. Los tratamientos con *Bacillus subtilis* solo o combinado con azufre PM contra el oídio del pimiento, si bien superó en efectividad al testigo, no alcanzó niveles aceptables (60,25 y 67,5 % de incidencia en hojas) y fue superado por el tratamiento químico

5.2 Recomendaciones

Primera. Desarrollar ensayos de control de enfermedades fungosas del pimiento utilizando Bionanoparticulas, considerando protocolos de diagnóstico de

la plaga, condiciones ambientales; y, utilizar estrategias de aplicación estrictas, como volumen de aplicación, orientación de la aplicación, para garantizar su efectividad.

Segunda. Desarrollar experimentos de control de oidiopsis del pimiento (*Leveillula taurica*) utilizando *Bacillus subtilis* y otros biocontroladores, utilizando dosis y protocolos de aplicación controlados como: puntos y momento de aplicación, dosis, calidad y cantidad de agua entre otros, para confirmar su efectividad, propuesta por otros estudios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almacellas, J. y Marín, J. (2013). ¿Tenemos resistencias a fungicidas? Situación en España y su manejo. *Revista PHYTOMA* 247 (1): 32 - 38
- Álvarez, J. (2021). *Alternativa de control de la oidiosis en Arándano (Vaccinium corymbosum) orgánico en Piura*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.
- Arciniegas, P. (2021). *Uso de nanopartículas de óxido de cinc como control de Omphalia flavida, agente causal de “la gotera”; enfermedad del cafeto (Coffea arábica L)* (Tesis de posgrado). Universidad Nacional de Colombia.
- Basamma, R. y Shripad K. (2017). Growth promoting ability and Bioefficacy of *Bacillus subtilis* against powdery mildew and early blight of Tomato through Foliar Spray in pot culture studies. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 2017; 6(2) 244-246 Recuperado de <https://www.phytojournal.com/archives/2017/vol6issue2/PartD/6-2-72-684.pdf>
- Bernal, R. (2007). Oidios en diferentes cultivos hortícolas en las zonas de Salto y Bella Unión. *Revista INIA-Uruguay* 11 (1); 26 – 3
- Bettiol, W., Maffia, L. y Marcico, L. (2014). *Control biológico de enfermedades de plantas en América Latina y el Caribe* (91-138) Universidad de la República-Uruguay.
- Bojacá, C., Gil, R. y Villagrán, E. (2012). *Ecofisiología del cultivo y manejo del clima*. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia.

- CAJAMAR. (2021). *Oidio en pimiento*. Boletín informativo “El huerto”. Centro de experiencias de Paiporta - Valencia. Recuperado de <https://www.cajamar.es/storage/documents/boletin-huerto-176-1479457156-e42c3.pdf>
- Casilimas, H. y Monsalve, O. (2012). *Manual de producción de pimentón bajo invernadero*. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia.
- Castro, D. (2017). Nanotecnología en la agricultura. *Revista Bionatura* 2 (3); 48-53
- Coral, Á., Estrada, J., Ruiz, K. y Trisoglio, R. (2017). *Plan estratégico para el pimiento en el Perú*. (Tesis posgrado). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
- Cumara, S. (2019). *Efecto de las frecuencias de aplicación de tres eco-fungicidas para el control orgánico del mildiu de la quinua (Peronospora variabilis)* (Tesis de pregrado). Universidad mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- Ecoforce. (2021). *Cómo controlar oídio en pimiento*. Recuperado de <https://fertilizanteseconforce.es/es/tratamientos-sin-residuos/como-controlar-oidio-en-pimiento/>
- Guigon, C. (2006). *Control biológico de la cenicilla del chile (Leveillula taurica)*. Centro de Investigación en Recursos Naturales; Fundación Produce Chihuahua. México.
- Gutiérrez, J. (2011). *Evaluación de formulaciones de Bacillus subtilis para el control biológico de la Sigatoka negra causado por Mycosphaerella fijiensis*. (Tesis de pregrado). Universidad EAFIT. Medellín, Colombia.

- Hermida, L. y Pariona, N. (2021). *Nanopartículas: una alternativa contra hongos fitopatógenos*. Recuperado de: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia-hoy/1178-nanoparticulas-alternativa-contrahongos-fitopatogenos>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. McGRAW-HILL/Interamericana Editores S.A. México.
- Huamán, E. (2016). *Producción de doce cultivares de pimiento tipo guajillo (Capsicum annuum L.) bajo las condiciones del valle de Casma* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Huamanlazo, J. (2023). *Manejo agronómico para la producción de semilla híbrida de pimiento (Capsicum annuum) en casa malla – Cañete*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Li, Y., Zhang, P., Li, M., Shakoor, N., Adeel, M., Zhou, P., Guo, M., Jiang, Y., Zhao, W., Lou, B. y Rui, Y. (2022). Application and mechanisms of metal-based nanoparticles in the control of bacterial and fungal crop diseases. *Journal Pest Management Science* 79 (1); 21-36
- López, E. (2018). *Control de Damping off y bacteria en plántulas de tomate (Solanum lycopersicum L.)* (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México.
- López, M. (2022). *Alternativa biológica con potencial para reemplazar a los fungicidas de síntesis química en cultivos de Ecuador*. (Tesis de pregrado) Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.

- Matididieri, M., Strassera, M., Amoia, P. y Martínez, O. (2010). Evaluación de fungicidas para el control de oidiopsis (*Leveillula taurica* (Lév.) Arn.) en el cultivo de pimiento bajo cubierta. *Revista Horticultura Argentina* 29(68); 5-9.
- Melo, O., López, L. y Melo, S. (2020). *Diseño de experimentos métodos y aplicaciones*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Monsalve, O. (2012). *Manual de producción de pimentón bajo invernadero* Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia.
- Monsalve, O. y Villagrán, E. (2012). Cosecha y poscosecha. En C. Bojacá C y O, Monsalve (Eds.) *Manual de producción de pimentón bajo invernadero* (pp. 155-170) Bogotá: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Montes, S., Heredia, S., y Aguirre, J. (2004). *Fenología del cultivo de chile* (*Capsicum annuum* L.), Memorias de la Primera Convención Mundial del Chile.
- Pardo, L., Arias, J., y Molleda, P. (2022). Elaboración de nanopartículas de plata sintetizadas a partir de extracto de hojas de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) y su uso como conservante. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida* 35 (1); 45-58. Universidad Politécnica Salesiana
- Pérez, W. y Forbes, G. (2023). *Manejo integrado del tizón tardío*. Centro Internacional de la Papa – Hoja divulgadora [En línea] recuperado de <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/003862.pdf>
- Potosí, B. (2014). *Determinación de la eficiencia de cinco fungicidas orgánicos y químicos en el control del oídio* (*Leveillula taurica*), del cultivo de ají

- jalapeño (Capsicum annum) en el cantón Urcuqui, provincia de Imbabura.*
(Tesis de pregrado) Universidad Técnica de Babahoyo. Carchi- Ecuador
- Pozo, R. (2014). *Eficiencia del Azobin (azoxystrobin 500 g/kg) en el control de la oidium causado por leveillula taurica en pimiento (capsicum annum l.) Bajo las condiciones edafoclimaticas del distrito de Barranca provincia Barranca.* (Tesis de pregrado) Universidad nacional Santiago Antúnez de Mayolo – Huaraz.
- Rolleri, J. (2007). *Oidio del pimiento.* INTA Boletín Hortícola 11 (33); 33-34
- Santos, M. y Diáñez, F. (2010). Los antagonistas microbianos en el manejo de micosis de la parte aérea de la planta. En J Tello y F Camacho (Coord.), *Organismos para el control de patógenos en los cultivos protegidos: Prácticas culturales para una agricultura sostenible* (pp. 511-526). El Ejido -Almería: Fundación Cajamar.
- Suraj, S. (2017). *Management of powdery mildew of chili (Capsicum annum L.)*
(Tesis de pregrado). College of Agriculture, DAPOLI [En línea].
Recuperado.<https://krishikosh.egranth.ac.in/displaybitstream?handle=1/5810030739&fileid=2541be0b-b333-4a55-ab70-13042371a6e8>
- SYNGENTA. (2018). *Manual técnico en tomate y pimiento.* Equipo de servicio técnico frutales y vegetales-Syngenta
- Trujillo, J. J., Gutiérrez, O. y Pérez, C. (2004). *Morfología de planta y fenología de genotipos de chile habanero (Capsicum annum L.) colectados en Yucatan.* Guadalajara. Jalisco: Consejo Nacional de Productores de Chiles.

Vicente, C., Manrique, S., y Utia, R. (2021). Eficacia de *Bacillus subtilis* en el control de oídio en vid cv. Red Globe en el valle de Cañete, Lima, Perú. *Peruvian Agricultural Research* 3 (1); 13-17

Villarreal, M., Villa, E., Cira, L., Estrada, M., Parra, F. y de los Santos, S. (2017). El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. *Revista Mexicana de Fitopatología* 36(1) 95-130.