UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

"APLICACIÓN DE *Bacillus subtilis* PARA EL CONTROL DE *Uncinula necator* "OÍDIUM" EN VID BAJO CONDICIONES DE CAÑETE-LIMA".

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

CARLOS JOSÉ VICENTE ROJAS

HUACHO-PERÚ

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

"APLICACIÓN DE *Bacillus subtilis* PARA EL CONTROL DE *Uncinula necator* "OÍDIUM" EN VID BAJO CONDICIONES DE CAÑETE-LIMA".

Sustentado y aprobado ante el Jurado evaluador

Dr. Contreras Liza, Sergio Eduardo	Mg. Sc. Quispe, Ojeda Teodosio Celso
Presidente	**Secretario**
Mg Sc. Manrique Rojas, Saúl Robert	Dra. Utia Pinedo, María del Rosario
Vocal	**Asesor**

HUACHO – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedico esta tesis de investigación a mi esposa y a mis hijos que se sientan orgulloso de mi y al mismo tiempo a mi señora madre por el apoyo incondicional.

Vicente Rojas, Carlos José

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mis padres y a mis profesores, por su conocimiento y enseñanza que impartieron durante mi formación profesional.

Vicente Rojas, Carlos José

INDICE

Carátula	i
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE	v
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Descripción del problema	2
1.3 Formulación del problema	2
1.3.1. Problema General	2
1.3.2. Problemas Específicos	2
1.4. Objetivos de la investigación	2
1.4.1 Objetivo general	2
1.4.2 Objetivos específicos	3
1.5. Justificación de la investigación	3
1.6. Delimitaciones del estudio	3
1.6.1 Delimitación espacial	3
1.6.2 Delimitación temporal	3
1.6.2 Delimitación social	3
1.7. Viabilidad del estudio	3
CAPÍTULO II. MARCO TEORICO	4
2.1 Antecedentes de la investigación	4
2.2 Bases teóricas	5
2.2.1. Origen de la vid	5
2.2.2 Descripción botánica	6
2.2.3 Fenología del cultivo	8
2.2.4 Requerimiento de suelo	9
2.2.5 Requerimiento de clima	10
2.2.6 Generalidades de *Uncinula necator*	11
2.2.7 Síntomas y signos de *Uncinula necator*	12
2.2.8 Factores climáticos que influyen en el desarrollo de la enfermedad	13

2.2.9 Medidas de control 13
2.3 Definiciones conceptuales 14
2.4 Formulación de hipótesis 15
2.4.1. Hipótesis general 15
2.4.2. Hipótesis específicas 15
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS 16
3.1 Diseño metodológico 16
3.2 Nivel de la investigación 16
3.3 Diseño 16
3.1.1 Tipo 16
3.1.2 Enfoque 17
3.2 Población y muestra 17
3.3 Operacionalización de variables e indicadores 19
3.3.1 Determinación de variables 19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 20
3.4.1 Técnicas a emplear 23
3.4.2 Descripción de los instrumentos 23
3.5. Técnicas para el procesamiento de la información 23
3.5.1 Diseño estadístico 23
CAPÍTULO IV: RESULTADOS 24
4.1 Incidencia de la enfermedad de *Uncinula necator* en hojas de uva de mesa 24
4.2 Incidencia de la enfermedad de *Uncinula necator* en racimos de uva de mesa 25
4.3 Severidad de los síntomas de *Uncinula necator* en hojas de uva de mesa 27
4.4 Severidad de los síntomas de *Uncinula necator* en racimos de uva de mesa 28
4.5 Eficacia de Bacillus subtilis aplicados en hojas para el control de *U. necator* en uva de mesa 30
4.6 Eficacia de Bacillus subtilis aplicados en racimos para el control de *U. necator* en uva de mesa 32
CAPÍTULO V. DISCUSIONES 36
CAPITULO VI. CONCLUSIONES 40
CAPITULO VII. RECOMENDACIONES 41
CAPITULO VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 42
ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Esquema del análisis de varianza 17
Tabla 2. Cuadro de la operacionalizacion de variables 19
Tabla 3. Tratamientos a estudiar 20
Tabla 4. Escala de severidad del oídium en hojas y racimos en uva de mesa cv. Red Globe 20
Tabla 5. Análisis de varianza para la incidencia de *U. necator* en hojas de uva de mesa cv. Red Globe 24
Tabla 6. Comparación de medias para la incidencia de la enfermedad de *U. necator* en hojas de uva de mesa 25
Tabla 7. Análisis de varianza para la incidencia de la enfermedad de *U. necator* en racimos de uva de mesa 25
Tabla 8. Comparación de medias para la incidencia de *U. necator* en racimos de uva de mesa cv. Red Globe 26
Tabla 9. Análisis de varianza para la severidad de los síntomas de *U. necator* en hojas de uva de mesa cv. Red Globe 27
Tabla 10. Comparación de medias para la severidad de los síntomas de *U. necator* en hojas de uva cv. Red Globe 28
Tabla 11. Análisis de varianza para la severidad de los síntomas de *U. necator* en racimos de uva cv. Red Globe 29
Tabla 12. Comparación de medias para la severidad de los síntomas de *U. necator* en racimos de uva de mesa cv. Red Globe 30
Tabla 13. Análisis de varianza para la eficacia de *Bacillus subtilis* aplicados en hojas para el control de *U. necator* en uva de mesa cv. Red Globe 31
Tabla 14. Comparación de medias para la eficacia de *Bacillus subtilis* aplicados en hojas para el control de *U. necator* en uva de mesa cv. Red Globe 32
Tabla 15. Análisis de varianza para la eficacia de *Bacillus subtilis* aplicados en racimos para el control de *U. necator* en uva de mesa cv. Red Globe 33
Tabla 16. Comparación de medias para la eficacia de *Bacillus subtilis* aplicados en racimos para el control de *U. necator* en uva de

mesa cv. Red Globe 33
Tabla 17. Análisis de varianza para el rendimiento de uva de mesa variedad red globe cv. Red Globe 34
Tabla 18. Comparación de medias para el rendimiento de uva de mesa cv. Red Globe 34
Tabla 19. Matriz de consistencia 46
Tabla 20. Ficha de evaluación 47
Tabla 21. Incidencia en hojas 38
Tabla 22. Incidencia en racimos 38
Tabla 23. Severidad en hojas 39
Tabla24. Severidad en racimos 39
Tabla 25. Eficacia de control en hojas 40
Tabla 26. Eficacia de control en racimos (%) 40
Tabla 27. Rendimiento (t ha-1) 41

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas fenológicas de la vid por Flores (2015) 8

Figura 2. Distribución de los tratamientos en el campo experimental 18

Figura 3. Incidencia de *U. necator* en hojas y racimos de uva de mesa cv. Red Globe 26

Figura 4. Severidad de los síntomas de *U. necator* en hojas (amarillo) y racimos (azul) de uva de mesa cv. Red Globe 30

Figura 5. Eficacia de *B. subtilis* aplicados en hojas y en racimos para el control de *U. necator* en uva de mesa cv. Red Globe 33

Figura 6. Rendimiento de uva de mesa cv. Red Globe 35

Figura 7. Imágenes tomadas durante el desarrollo de la investigación 51

RESUMEN

Objetivo: Determinar la efectividad de *Bacillus subtilis* sobre el control del oídium "*Uncinula necator*" en el cultivo de uva bajo condiciones de Cañete, Lima. **Metodología:** El experimento se llevó a cabo en San Vicente de Cañete, Lima, en el cultivo de uva variedad Red Globe, empleando el diseño de bloques completos al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones, usando como tratamientos a las dosis de *Bacillus subtilis* (200 y 300 cc por hectárea), al fungicida Nativo WP y un testigo sin control. Las variables evaluadas fueron severidad de los síntomas e incidencia de la enfermedad en hojas y racimos, porcentaje de eficacia y rendimiento. **Resultados:** Los resultados de la presente investigación reportan al tratamiento T3 (*Bacillus subtilis*, cepa QST 713 (Serenade) a dosis de 300cc) con menor porcentaje de incidencia en hojas (13%) y en racimos (15%) y menor grado de severidad en hojas (2,8 con 4,7% de tejido enfermo) y en racimos (2 con 2,3% de tejido enfermo) en cuanto al fungicida químico Nativo 75WP presentó promedios bajos en lo que respecta incidencia en hojas (38%) y racimos (35%) y en severidad hojas (5 con 18,8% de tejido enfermo) y racimos (5,56 con 37,5% de tejido enfermo). Con respecto a la eficacia de control de *oídium, Bacillus subtilis* a dosis de 300cc presentó la mayor eficacia en hojas (71.8%) y racimos (82%) y Nativo con 48,5% en hojas y 44% en racimos. En cuanto al rendimiento *Bacillus subtilis* a dosis de 300cc fue el que obtuvo mayor rindiendo con 26,8 ton/ha superior al fungicida Nativo 75WP con 22,5 ton/ha. **Conclusión:** El *Bacillus subtilis*, cepa QST 713 (Serenade) a dosis de 300cc reportó mayor eficacia en hojas y racimos en el control del oídium en uva variedad Red Globe bajo condiciones de Cañete, Lima.

Palabras claves: *Bacillus subtilis*, cepa, fungicida, incidencia, racimos, severidad

ABSTRACT

Objective: To determine the effectiveness of *Bacillus subtilis* on the control of the "*Uncinula necator*" milieu in grapes under conditions of Cañete, Lima. **Methodology:** The experiment was carried out in San Vicente de Cañete, Lima, in grape cv. Red globe through the randomized complete block design with 4 treatments and 4 replications, using as treatments *Bacillus subtilis* (200 and 300 cc per hectare), WP Native fungicide and a control. The variables evaluated were severity of symptoms and incidence of disease in leaves and clusters, percentage of efficacy and yield fruit. **Results:** The results of the present investigation report to the treatment *Bacillus subtilis*, strain QST 713 (Serenade) at a dose of 300cc with a lower percentage of incidence in leaves (13%) and in clusters (15%) and a lower degree of severity in leaves (2.8 with 4.7% of diseased tissue) and in clusters (2 with 2.3% of diseased tissue) in terms of the chemical fungicide Native 75WP presented low averages regarding incidence in leaves (38%) and clusters (35%) and in severity leaves (5 with 18.8% of diseased tissue) and clusters (5.56 with 37.5% of diseased tissue). Regarding the control efficacy of oidium, *Bacillus subtilis* at a dose of 300cc presented the highest efficacy in leaves (71.8%) and bunches (82%) and Native with 48.5% in leaves and 44% in bunches. Regarding the yield, *Bacillus subtilis* at a dose of 300cc obtained the highest yielding with 26.8 ton/ha higher than Native fungicide 75WP with 22.5 ton/ha. **Conclusion:** The treatment *Bacillus subtilis*, strain QST 713 (Serenade) at a dose of 300cc reported greater efficacy in leaves (71.8%) and clusters (82%) in the control of the milieu in grape variety Red globe under conditions of Cañete, Lima.

Keywords: *Bacillus subtilis*, strain, fungicide, incidence, clusters, severity

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la uva (*Vitis vinifera*) es uno de los cultivos económicos más importantes a nivel nacional e internacional, que produce bayas los cuales son consumidos por los usuarios. Sin embargo, la uva tiene un gran número de fitopatógenos que producen enfermedades, lo que provoca que la planta de uva entre en un estrés y en consecuencia reduce la productividad, por lo que es necesario controlar dichos ataques, y muchas veces los agricultores optan por los pesticidas, por lo que usan cantidades considerables de estos, llegando a controlar las enfermedades, pero en consecuencia existe un posible impacto negativo en la salud de los viticultores y del medio ambiente donde se desarrollan este cultivo (Compant et al., 2013).

Entre las enfermedades más importantes, se encuentra el hongo fitopatógeno *Uncinula necator* que se desarrolla durante el clima húmedo y nublado (Sawant et al., 2011). La provincia de Cañete por su clima húmeda y calurosa es una zona endémica de este hongo, donde los daños en el cultivo de uva de mesa ocasionan pérdidas económicas en los productores debido a su alto costo de los fungicidas. Es una enfermedad con mayor riesgo durante el período de floración hasta el cuajado. Cuando el racimo está infectado antes del cuajado, es difícil su control. Además, cuando las bayas no se infectan después del cuajado, los tallos que sostienen a los racimos se pueden infectar. Los viticultores controlan usando fungicidas, aplicando entre 4 a 6 veces con un intervalo de 5 a 15 días, en la temporada vegetativa y en la temporada de floración a fructificación. Siendo negativo, debido a los cortos intervalos de aplicación y al amplio espectro de los fungicidas, sumado a ello el amarillamiento en las bayas después de la aplicación de fungicidas (Sawant et al., 2011).

Fuertes (2015) menciona que el uso de fungicidas se encuentra cuestionado por los efectos nocivos para el medio ambiente, y la salud de los aplicadores y consumidores. Por lo que las empresas mitigan las importaciones colocando normas de seguridad en su producto, siendo necesario el uso de nuevas alternativas para reducir el uso de fungicidas de amplio espectro. Es por ello, que los viticultores usan diseños de programas por cada campaña para el control de oídium (Abanto, 2016). Por lo tanto, existe la necesidad de un método alternativo y más seguro de control de enfermedades. *Bacillus subtilis* es un prometedor agente de control biológico para el control de enfermedades causadas por hongos patógenos (Sawant et al., 2011). Por lo que se propone la evaluación del efecto de las diferentes dosis de *Bacillus subtilis* en la eficacia sobre el control del oídium en el cultivo de uva cv. Red Globe.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La enfermedad causada por *Uncinula necátor*, hongo que ocasiona pérdidas económicas en los viñedos, debido a su capacidad antagonista que presenta en la uva reduciendo el rendimiento del cultivo y los fuertes costos de los fungicidas que se aplican para reducir la enfermedad, van generando pérdidas económicas en los viticultores, que sumado a ello, se encuentra el amplio espectro de toxicidad de lo fungicidas, que cuando se aplican en la etapa reproductiva del cultivo; donde este fitopatógeno tienen mayor riesgo, los químicos de los fungicidas aún permanecen cuando se cosecha el racimo, dando así riesgo en los consumidores, además las empresas importadoras al realizar las pruebas correspondientes del producto encuentran residuos químico por lo que restringen la adquisición del producto, ocasionando pérdidas a los viticultores (Sawant et al., 2011).

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Qué efecto tendrá la efectividad de *Bacillus subtilis* sobre el control del oídium "*Uncinula necator*" en el cultivo de uva cv. Red Globe bajo condiciones de Cañete, Lima?

1.2.2 Problema especifico

¿Qué efecto tendrá las dosis de *Bacillus subtilis* sobre la incidencia y severidad del oídium en el cultivo de uva cv. Red Globe bajo condiciones de Cañete, Lima?

¿Cuál será la incidencia del control biológico de *Uncinula necator* sobre el rendimiento del cultivo de uva cv. Red Globe en Cañete – Lima?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar la efectividad de *Bacillus subtilis* sobre el control del oídium "*Uncinula necator*" en el cultivo de uva cv. Red Globe bajo condiciones de Cañete, Lima.

1.3.2 Objetivo específicos

Evaluar las dosis de *Bacillus subtilis* sobre la incidencia y severidad del oídium en el cultivo de uva cv. Red Globe bajo condiciones de Cañete, Lima.

Evaluar el rendimiento del cultivo de uva cv. Red Globe con respecto al control biológico del oídium en Cañete – Lima.

1.4 Justificación de la investigación

El impacto negativo al medio ambiente y a la salud del viticultor, como también el riesgo del rechazo del producto por toxicidad, para evitar dichos mencionados se requiere de nuevas alternativas que garantice calidad del producto y alta productividad. Entre ellos están las bacterias que controlan mediante la síntesis de metabolitos secundarios que inhiben el desarrollo de los hongos fitopatógenos y se describen como biopesticidas, por su modo de acción y los beneficios que ocasionan (Compant et al. 2013).

Por lo que el control biológico ha aumentado, dando mayor enfoque a una agricultura sostenible (De Vleeschauwer y Höfte, 2007). Por lo tanto, existe la necesidad de un método alternativo y más seguro de control de enfermedades, el cual es el agente biológico *Bacillus subtilis* para evaluar el control de *Uncinula necator* en el cultivo de uva de mesa

1.5 Delimitaciones del estudio

El presente estudio se realizó en el predio Los Juncos ubicado en el distrito de San Vicente de Cañete de la provincia de Cañete en el departamento de Lima, geográficamente se encuentra a una altitud de 38 msnm, latitud de 13° 6'20.49"S y longitud de 76°22'29.72"O. La investigación se realizó entre los meses de septiembre de 2018 a abril de 2019.

1.6 Viabilidad del estudio

El presente estudio es viable debido a que el proyecto se realizó con recursos económicos de los viticultores debido a que sus campos están infestados de este fitopatógeno, cumpliendo con los gastos en campo y en laboratorio, asimismo, se dispuso de información confiable el uso de *Bacillus subtilis* sobre el control del *U. necator*" en uva y los recursos humanos, siendo los viticultores los que apoyaron para que esta investigación se realice de manera efectiva.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Fuertes (2015) en su investigación sobre la efectividad de fungicidas biológicos en el control de oídio de la vid indican que en uva con la variedad Thompson Seedless todos los tratamientos tuvieron una incidencia similar al testigo, sin embargo, la severidad de la enfermedad fue reducida por Apolo, BP (150 cc hl^{-1}), Timorex Gold y Serenade (200 cc hl^{-1}). En Crimson Seedless, el fungicida Apolo presentó la mayor reducción de la incidencia de la enfermedad, seguido de BP (150 g hl^{-1}). Por otra parte, la severidad fue reducida por Apolo, seguido de BP (150 cc hl^{-1}) y Serenade (200 cc hl^{-1}) sin embargo, los biofungicidas tienen menor efectividad en el control de oídio de la vid en comparación al fungicida convencional que se utilizó.

Campbell et al. (2007) sostienen que los riesgos de oídio de la vid en relación que se obtuvo con el desarrollo de los racimos y que las aplicaciones fungicidas (kresoxim-metil, 65-70 mg·L-1 o miclobutanil, 24 mg·L^{-1}) que fueron aplicadas a inicios de plena floración (estadio 23) se obtuvo mejores resultados en el control del oídio en los racimos de vides cvs. 'Criolla', 'Pedro Jimenez' y 'Semillón'. Asimismo indica que se esto se relacionó con la existencia de temperaturas del aire muy favorables al desarrollo de oídio, y eso se presentó y predomino durante la floración, en la cual se obtuvieron índices de riesgo de infección moderados a altos. En conclusión, los periodos más críticos para el desarrollo del oídio a comprendido entre inicios de la floración y bayas pequeñas. Por lo tanto, para controlar esta enfermedad, los tratamientos fungicidas aplicados durante la floración son indispensables.

Según Cristian (2015) al aplicar tres biocontroladores (*Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis* y Ácidos lácticos), en dos dosis (3 y 6 cc/L) para el control biológico del hongo Oídium mediante el uso de fungicidas biocontroladores en el cultivo del rosal demostró que los tratamientos con aplicación de biocontroladores, en sus diferentes dosis, mostraron resultados favorables en comparación con el tratamiento Testigo sin aplicación, el menor porcentaje de incidencia y severidad de la enfermedad del Oidio, así como la mayor eficacia lo presentó la aplicación de *Trichoderma sp; Bacillus sp* y Ácidos lácticos en dosis de 3 cc/L y el mayor rendimiento por unidad de superficie en tallos de exportación lo obtienen los tratamientos con biocontroladores, en dosis de 3 cc/L.

Mauricio y Leal (2011) en su estudio realizado sobre el efecto de la aplicación de azufre para el control de oidiosis en el cultivo de alcachofa, tuvieron como resultado que los tratamientos aplicados de azufre controlan y reducen el avance del hongo oídium, teniendo mejor resultado con la dosis 1 kg/cil.

Según Chamorro (2006) de acuerdo a su investigación sobre la *utilización de controladores biológicos* tales como *Bacillus* spp. y *Trichoderma* spp., como alternativa menos invasora y perjudicial en el control de oídium en uva, se tuvo como resultados que los tratamientos con los productos Trichonativa (*Trichoderma virens*), Nacillus (*Bacillus subtilis*) y la mezcla de estos, fueron los que presentaron una reducción significativa de la enfermedad, sin embargo, los tratamientos con la mezcla de los productos Trichonativa (*Trichoderma virens*) + Nacillus (*Bacillus subtilis*) y solo Nacillus, que fueron aplicados en tres estados susceptibles de la vid, presentaron los mejores resultados, en la cual obtuvo una incidencia de la enfermedad significativamente menor a la presentada por los racimos testigo, estos valores oscilaron entre 37,04 y 45,2% respectivamente.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Origen de la uva

Mencionan que se empezó a conocer de la existencia del cultivo de la vid en Egipto, hacia los años 1500 y 1000 A. C., en el delta del Nilo, pero fue en Grecia, alrededor del siglo VII A. C., cuando se comenzó a cultivar la vid, cuidando la tierra y emparrando el viñedo. Posteriormente los romanos impulsaron este cultivo en Europa, y fue España en el siglo XVI quien la introdujo en el continente americano para que más tarde se extendiera por todas las zonas del planeta que tienen las condiciones climatológicas que lo permiten (Valverde, 2005).

2.2.2 Taxonomía

La uva se encuentra dentro de los siguientes taxones (Galet, 1983):

Reino: Vegetal
División: Angiosperma
Clase: Dicotiledónea
Orden: Rhamnales
Familia: Vitaceae
Género: vitis
Especie: *vinífera*

2.2.3 Descripción Botánica

a. Tipo de planta

Señala Almanza (2011) que la planta de vid, es una liana, que gracias a sus tallos sarmentosos y a sus zarcillos es cuando encuentran un soporte donde se enroscan en él y trepan en busca de la luz.

Menciona también que la parte aérea comprende el tronco, brazos o ramas, pámpanos y sarmientos, junto con las hojas, flores, zarcillos y frutos (Almanza, 2011).

b. Tronco

El tronco puede estar definido según el sistema de formación, la altura depende de la poda de formación, estando comprendida entre los 0,20 a 0,40 m, en uvas para elaboración de vino y entre 1,80 a 2,0 m, para uva de mesa usando el sistema parral, el diámetro puede variar entre 0,10 y 0,30 m. (Almanza, 2011).

c. Ramas

Las ramas conducen los nutrientes y definen el tipo de arquitectura con la distribución foliar y fructífera. Los brazos portan los tallos del año, denominados pámpanos cuando son herbáceos y sarmientos cuando están lignificados, están recubiertos de una corteza. (Almanza, 2011).

d. Raíz

Almanza (2011). Indica que el sistema radicular de la vid en el inicio de la plantación, los viñedos lo primero realizan la propagación usando el método de las estacas iniciando así entre tres a seis raíces primarias que tienden a exploran el suelo en superficie, el ángulo que forman las raíces principales con una línea imaginaria perpendicular a la superficie del suelo se denomina ángulo de geotropismo y es una característica genética.

De las raíces principales parten las raíces secundarias, que colonizan el suelo en profundidad, entonces a partir de éstas salen las raíces terciarias y, de estas saldrán las cuaternarias y así sucesivamente hasta llegar a las últimas ramificaciones, llamadas redícelas o pelos absorbentes que se renuevan anualmente, el conjunto forma una cabellera radicular, se trata de un sistema radical adventicio, fasciculado y ramificado, en cuanto a la extensión de sistema radicular depende de la especie, marco de plantación, tipo de suelo y técnicas de cultivo y el 90% del sistema radical se desarrolla por encima del primer metro de suelo, estando la gran mayoría entre los 40 y 60 cm (Almanza, 2011).

e. Sarmiento

Es un tallo constituido por nudos y entrenudos, es la zona intermedia de dos nudos. En la longitud los sarmientos miden entre 1 cm en los primeros entrenudos del pámpano y 15 a 20 cm en la zona media. (Almanza, 2011).

f. Hojas

Las hojas son simples, alternas, dísticas con ángulo de 180°, poseen un peciolo y limbo. Al respecto el peciolo, está inserto en el pámpano y el limbo es pentalobulado, con un borde dentado. Son de color verde, siendo un verde más intenso en el haz y el envés presenta vellosidad (Almanza, 2011).

g. Zarcillos

"Los zarcillos se disponen sobre los nudos en el lado opuesto al punto de inserción de las hojas; pero no todos los nudos llevan zarcillos". (Almanza, 2011).

h. Inflorescencias

La inflorescencia de la vid se conoce con el nombre de racimo que es de tipo compuesto, el racimo es un órgano opositifolio, es decir, se sitúa opuesto a la hoja, la vid cultivada lleva de uno a tres racimos por pámpano fértil, lo normal son dos racimos y rara vez salen cuatro.

Asimismo, el racimo está formado por un tallo principal llamado pedúnculo hasta la primera ramificación, lo que genera los denominados alas, éstas y el eje principal o raquis, se siguen ramificando varias veces, hasta llegar a las últimas ramificaciones denominadas pedicelos que se expansionan en el extremo constituyendo el receptáculo floral que porta la flor, de acuerdo con el número inflorescencias que se diferencie de una yema durante un periodo vegetativo (Almanza, 2011).

i. Flores

"Las flores son hermafroditas, pentámeras, pequeñas (2 mm), de color verde y poco llamativas, se agrupan como inflorescencias en racimos, conformadas desde yemas fértiles en el pámpano". (Almanza, 2011).

j. Fruto

El fruto de la vid es una baya con forma y tamaño variable, puede ser esférica o también ovalada, y tamaño alrededor de 12 a 18 mm de diámetro. En el fruto se observan tres partes; el epicarpio, la pulpa o mesocarpio y las semillas (Almanza, 2011).

2.2.4 Fenología del cultivo

Las etapas fenológicas del cultivo de la vid, se muestra en la Figura 1.

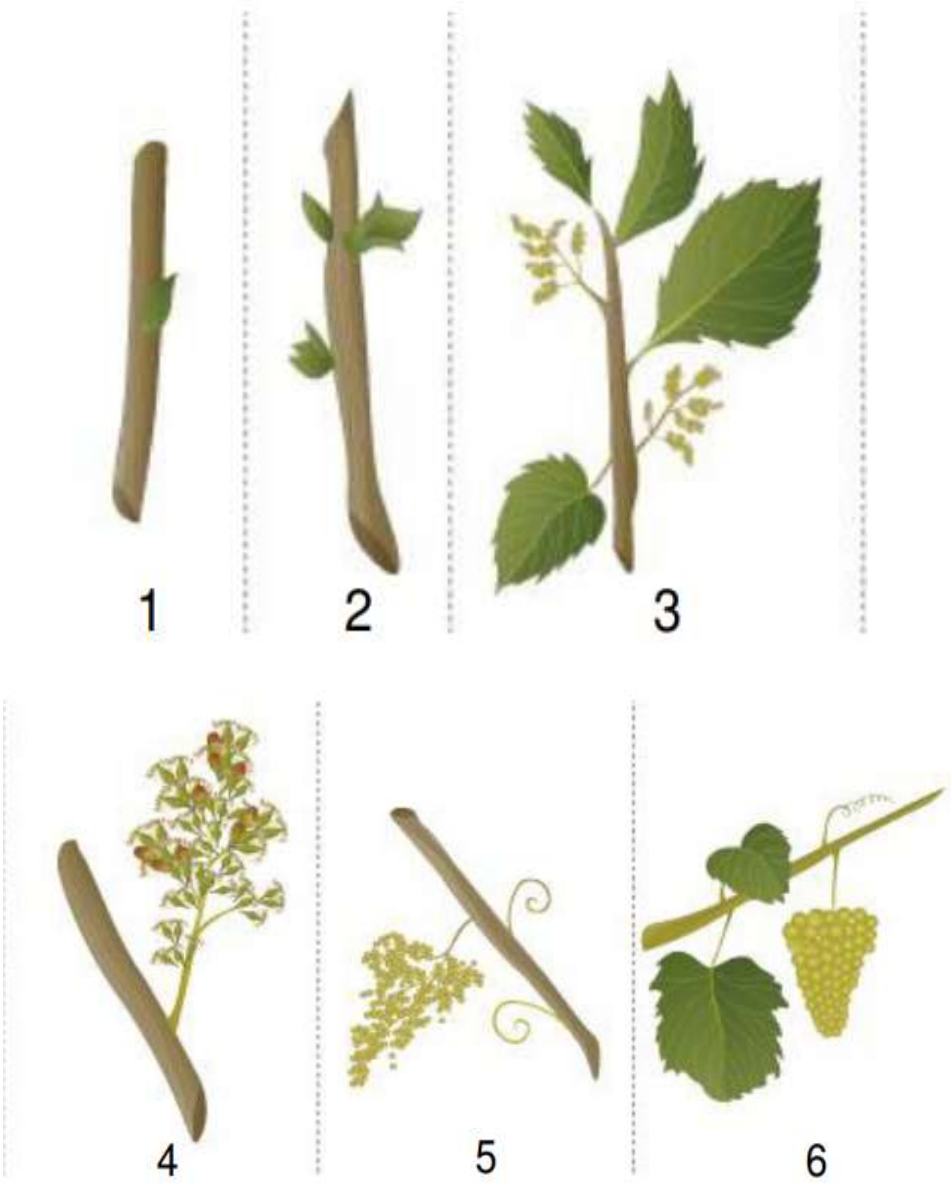

Figura 1. Etapas fenológicas de la vid por Flores (2015).

1. Hinchazón de yemas: Las yemas comienzan a aumentar de tamaño, las hojuelas se separan ligeramente y aparecen hojas más delgadas y finas (Flores, 2015).

2. Terminado el reposo, la planta inicia actividad metabólica, la cual es manifestada mediante el “lloro”; este se observa como una exudación en los cortes de la poda, se hace visible como un simple goteo con duración de algunos días, los lloros corresponden a la entrada en actividad del sistema radicular por acción de la elevación de la temperatura en el suelo (en climas templados) y se activa la respiración celular de las raíces e inicia la absorción de agua y nutrientes, así como la movilización de los fotosintatos (Almanza, 2011).
3. Apertura de yemas: Debido a un mayor crecimiento, las hojuelas que cubren las yemas se separan (Flores, 2015). La yema se hincha o es llamada también yema algodonosa, lo que provoca que las escamas o capas protectoras se separen dejando ver la superficie vellosa. A medida que la temperatura aumente se produce la apertura del primer brote de color verde a esto se le llama punta verde.
4. Aparición de inflorescencias: Primero aparece la primera hoja nacida del brote, seguido los ápices de las hojas visibles crecen y se expanden, las dos o tres primeras aparecen abiertas. Luego, aparece la inflorescencia rudimentaria en la extremidad del brote hasta que alcanza alrededor de 5 cm de largo (Flores, 2015).
5. Floración: Apertura floral (Flores, 2015).
6. Fructificación: Aparecen los frutos, con una medida aproximada de 2.5 mm (Flores, 2015).
7. Maduración: Inicia desde el envero y se termina cuando los frutos completan el envero (Flores, 2015).

La caída de hojas es un síntoma del inicio de dormancia en la vid, en la cual las hojas empiezan a amarillar, la respiración de reduce y las hojas se desecan y se caen, dando origen a la dormancia.

2.2.4 Requerimiento de suelo

La vid prefiere suelos sueltos, de textura media, con baja conductividad eléctrica, bien aireados y sobre todo con buen drenaje, con suficiente materia orgánica, teniendo en cuenta que es muy importante el subsolado previo (si fuese necesario), para facilitar el drenaje y lavado de sales (Almanza, 2011).

La disponibilidad de los nutrientes para la planta está condicionada por:

El pH, que debe estar entre 5,5 y 6,5, en suelos muy ácidos se pueden presentar deficiencias de fósforo, calcio, magnesio, boro y molibdeno y toxicidades de aluminio, hierro y magnesio; en suelos alcalinos pueden ser igualmente deficientes fósforos y los elementos menores; en suelos mal drenados se puede presentar toxicidad de hierro, magnesio y azufre (Almanza, 2011).

2.2.5 Requerimiento de clima

La vid por ser un arbusto caducifolio, requiere de acumulación de un determinado número de horas frío para salir del periodo de endolatencia. Rivera y Devoto (2003) citado por Almanza 2011) mencionan que estas temperaturas son inferiores a 7°C.

Los requerimientos de frío en la vid son inferiores a los de la mayoría de frutales caducifolios y la acumulación depende de los factores climáticos de cada localidad. Asimismo, la vid requiere de acumulación de horas frío para salir de su período de dormancia, el cual depende de la variedad y está es de 150 a 1200 horas, los rangos menores a los mencionados provocan una brotación reducida, no uniforme y el retraso en la maduración de frutos (Almanza, 2011).

Asimismo, Almanza (2011) menciona que el coeficiente del cultivo (Kc), se relaciona con la evaporación provocado por la atmósfera y la transpiración de la vid, y a su vez con los periodos fenológicos, indicando que el cv. Red Globe los siguientes valores:

Durante la brotación entre 0,15 y 0,20 correspondiente a unos 15 mm de agua, en este periodo existe una intensa actividad radicular y acelerado crecimiento de tallos; durante la floración, 0,60 (10 mm de agua) en esta época el exceso de agua resulta perjudicial; de floración ha cuajado de frutos son necesarios entre 40 a 100 mm, que corresponde a un Kc de 0,60 a 0,80; mientras que el mayor periodo de necesidad de agua es el comprendido entre el cuajado y el envero con 0,90 (80 a 120 mm); en la época cercana a cosecha, las lluvias son perjudiciales, las necesidades hídricas son de 20 mm (Kc de 0,50) y mientras que la humedad relativa debe estar entre 65 a 80 %, para el caso de uva de mesa, un clima húmedo retrasa la madurez, produce uvas acuosas y de poco sabor; el medianamente seco produce uvas que se conservan mucho, y el clima seco produce uvas azucaradas y poco ácidas.

2.2.6 Generalidades de *Uncinula necátor*

Enfermedad conocida localmente como “cenicilla”, es causada por un hongo cuyo nombre científico es *Uncinula necátor*, es una de las más importantes enfermedades de la vid y a la que se debe brindar especial atención debido a que puede ocasionar pérdidas cuantiosas en ataques severos. Afecta todos los órganos verdes de la vid en diferentes momentos: brotes, hojas, sarmientos, flores y racimos, prospera en condiciones de temperaturas elevadas durante el día, noches frescas y tiene la capacidad de adaptarse a ambientes de baja humedad relativa (Chávez y Arata, 2004).

2.2.6.1 Origen de *Uncinula necator*

El *oidium*, la primera plaga criptogámica de la viña, es originaria de Norte América y recibe el nombre de Oidium tuckerii por el jardinero Mr. Tucker que fue el primero en notar su presencia en Londres en 1845, la plaga se propagó en 1848 a París y en 1851 a Bordeaux, Porto, Valencia, Rosselló y Rheinfalz, y en 1852-1853 al resto de Europa (Piqueras, 2009).

Donde provocó de forma generalizada un fuerte descenso de la producción y de la calidad del vino, su desarrollo y difusión requiere un tiempo húmedo y cálido, entre 20 y 27 ºC, y sólo puede ser controlado mediante la aplicación preventiva de azufre, remedio que empezó a ser utilizado después de la desastrosa cosecha de 1854 (Piqueras, 2009).

2.2.6.2 Ciclo de la enfermedad del hongo *Uncinula necátor*

Menciona que *Erysiphe necator* persiste como micelio, asociado a yemas infectadas la temporada precedente, y/o como cleistotecios, desarrollados en hojas y otros órganos aéreos de la vid. Las epidemias se desarrollan a partir del micelio latente que sobrevive en yemas infectadas la temporada precedente y/o a partir de cleistotecios desarrollados en hojas u otros órganos infectados de la vid (Campbell et al., 2007).

2.2.6.3. Desarrollo de la enfermedad de *Uncinula necátor*

Agrios (2014) menciona que el micelio aéreo del hongo produce conidióforos cortos erectos, cada uno produce una cadena de 5 a 10 conidios. Estos son diseminados por el viento y producen nuevas infecciones sobre las hojas en proceso de crecimiento.

No obstante, en el campo, sus tejidos en crecimiento son más susceptibles y sólo bajo condiciones de humedad y temperatura son muy favorables, los tejidos totalmente desarrollados son infectados por el hongo. Se inhibe el desarrollo de los vástagos que ha infectado el hongo, además, es frecuente que las yemas infectada no se abran. En caso de que lo hagan, las flores son infectadas y no se desarrollan (Agrios, 2004).

2.2.7 Síntomas y signos de *Uncinula necator*

En las hojas se manifiesta por una decoloración seguida de la aparición de una pelusilla blanca-grisácea por ambas caras, en las hojas se abarquillan, arrugan y sus bordes se levantan (Rodríguez, 1996). Según Chávez y Arata (2004) mencionan que los síntomas provocados por el oídium se visualizan en las siguientes partes de la planta: en los brotes y sarmientos: manchas difusas de color verde oscuro que pasan a tonos chocolatados al avanzar la vegetación, en la floración: causa los mayores daños al causar aborto de flores, ocasionando el síntoma conocido como corrimiento que es la falta de continuidad en el cuajado de las uvas.

Rodriguez (1996) indica que los ataques en racimos se manifiestan con la aparición de la "pelusilla" blancuzca, que produce el endurecimiento de la piel; si el ataque es cuando los granos son pequeños, se secan y pardean y si la uva está muy desarrollada, se agrieta, siendo puerta de entrada de posteriores ataques de pudriciones.

El hongo del oídium puede infectar todos los tejidos verdes de la vid, las infecciones de la fruta pueden aparecer blancas y polvorientas u oscuras y polvorientas y algunas veces pueden resultar en el encogimiento o agrietamiento de las bayas, dependiendo del cultivar, el clima y el momento de la infección. Desde mediados hasta fines del verano, el hongo PM produce pequeños cuerpos esféricos negros (cleistotecios) en la superficie de las hojas, brotes y bayas infectadas y cuando maduran, algunos cleistotecios se lavan en los troncos de las vides, donde sobreviven el invierno (Wilcox, 2003).

2.2.8 Factores climáticos que influyen en el desarrollo de la enfermedad

Según Rodríguez (1996) indica que “las condiciones climáticas que favorecen el desarrollo y propagación de estas enfermedades son: humedad ambiental comprendida entre el 70 y el 95% y con una temperatura óptima de 25ºC, en tanto el viento es también un factor importante en la propagación de la enfermedad debido al transporte de las esporas”.

2.2.9 Métodos de control de la enfermedad causada por *Uncinula necator*

2.2.9.1 Control cultural

Menciona que “tener en nuestro cultivo plantas bien distanciadas y aireadas, emplear la poda en verde, quitando las hojas cercanas al racimo y reduciendo el follaje para permitir la aireación y destrucción de los restos de podas”. (Chávez y Arata, 2004).

2.2.9.2 Control químico

Además del azufre y algunos otros cultivares resistentes, el oídium es controlado por varios fungicidas modernos, debido a que el hongo puede desarrollar resistencia a estos nuevos materiales, es importante que se utilicen de acuerdo con las prácticas recomendadas de manejo de la resistencia, como la rotación con fungicidas no relacionados durante cada estación (Wilcox, 2003).

2.2.9.3 Control biológico

Señala García et al. (2006) que el uso inadecuado e indiscriminado de plaguicidas químicos como los fungicidas y fumigantes ha ocasionado serios problemas de fungo resistencia, contaminación ambiental y toxicidad. Se busca la alternativa de otros métodos efectivos y no perjudiciales.

Existen tres estrategias principales para el control biológico de enfermedades de plantas Pieckenstain (2002), las cuales consisten respectivamente en:

a.- regular la población del patógeno en el ambiente, manteniéndola por debajo del umbral de daño económico.

b.- impedir que el patógeno infecte la planta.

c.- limitar el desarrollo de la enfermedad y la formación de nuevos propágalos del patógeno después de la infección.

Según Pieckenstain (2002) indica que “la primera de las estrategias consiste en introducir un antagonista en el hábitat del patógeno, o aumentar de algún modo la población de antagonistas preexistentes, con el objetivo de destruir los propágalos del patógeno y /o evitar su formación”.

2.3 Definiciones conceptuales

Aislado: una sola espora o cultivo y los cultivos que se derivan de ellos. Se utiliza también para indicar las colecciones de un patógeno obtenidas a diferentes tiempos. El aislamiento de un patógeno a partir de su hospedante y su cultivo en un medio nutritivo.

Biocontrolador: Producto en base biológico que controla enfermedades causadas por diferentes hongos**.**

Ciclo de la enfermedad: Todos los eventos comprendidos en el desarrollo de la enfermedad, incluyendo las etapas de desarrollo del patógeno y el efecto de la enfermedad sobre el hospedante.

Conidio: Espora asexual de un hongo formada en el extremo de un conidióforo.

Dormancia: Fenómeno metabólico que ocurre en las plantas que provienen de las zonas templadas, siendo estas plantas caducifolias o de hoja caduca el cual detiene o se inhibe el proceso metabólico durante la estación fría que tienen esta zona geográfica.

Enfermedad: Cualquier mal funcionamiento de las células y tejidos del hospedante, que resulta de la irritación continua por un agente patogénico o factor ambiental y que lleva al desarrollo de síntomas. En cuanto a la enfermedad infecciosa es causada por un fitopatógeno y que se desplaza desde una planta enferma hasta una sana.

Envero: Proceso por el cual ocurre una coloración del fruto.

Fungicidas: Compuesto tóxico para los hongos y la fumigación consiste en la aplicación de un fumigante para desinfectar un área determinada.

Infección: Establecimiento de un parásito dentro de una planta hospedante, esta infección que sufre una planta causada por un inóculo y que se produce como resultado de una infección.

Inóculo: Patógeno o partes de él que causan infección; partes de los patógenos que entran en contacto con el hospedante.

Inoculación: Arribo o transferencia de un patógeno sobre su hospedante.

Medio de cultivo: Medio nutritivo preparado en el que se cultivan microorganismos o células vegetales.

Purificación: Aislamiento y concentración de partículas virales en forma pura, libre de los componentes celulares.

Signo: patógeno o sus partes o productos que se observan sobre una planta hospedante.

Síntoma: reacciones o alteraciones internas o externas que sufre una planta como resultado de su enfermedad.

Susceptible: Cualquier planta que es atacada por un determinado patógeno; una planta hospedante, que carece de la capacidad inherente de resistir a las enfermedades o al ataque de un cierto patógeno; no inmune.

Viñedo: Consiste en una plantación de vides con el fin de producir uvas de mesa, uvas para vinos y entre otros.

2.4 Formulación de hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

Existe diferencias significativas entre los biocontroladores en base de *Bacillus subtilis* en la efectividad de sobre el control del oídium "*Uncinula necator*" en el cultivo de uva cv. Red Globe bajo condiciones de Cañete, Lima.

2.4.2 Hipótesis especifica

Existe diferencias entre las dosis de *Bacillus subtilis* sobre la influencia en el control la incidencia y severidad del oídium en el cultivo de uva v. Red Globe bajo condiciones de Cañete, Lima.

Existe diferencias significativas en el rendimiento del cultivo de uva de mesa v. Red Globe con respecto al control biológico de *Uncinula necator* en Cañete – Lima.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.2.1 Tipo de investigación

La presente tesis es una investigación de tipo aplicada y experimental, debido al uso del método estadístico para comparar las diferentes dosis de *Bacillus subtilis* en el control de *Uncinula necátor* en el cultivo de uva de mesa variedad red globe.

3.2.2 Nivel de investigación

La presente tesis tiene un nivel de investigación correlacional, debido a que se cuantifica la relación entre las dosis de *Bacillus subtilis* y el desarrollo de la enfermedad de *Uncinula necátor* en el cultivo de uva.

3.1.3 Diseño

Este trabajo al tratarse de una investigación de tipo experimental, se realizó el diseño de bloques completamente al azar, con 4 tratamientos y 4 repeticiones. El análisis estadístico de las variables estudiadas se realizará mediante el procedimiento ANOVA de esa forma se estableció la significación estadística para P=0,05. Cuando el análisis es estadísticamente significativo para las diferentes variables evaluadas (F-test), se usara la prueba de TUKEY para la separación de las medias, con un nivel de significación del 5 %. El modelo aditivo general fue:

$$\boxed{\mathbf{Y_{ijk} = U + T_i + B_j + E_{ij}}}$$

Dónde:

$\mathbf{Y_{ijk}}$ = Valor observado debido a la variación de los tratamientos y bloques.

U = Media general.

$\mathbf{T_i}$ = Efecto de tratamientos.

$\mathbf{B_j}$ = Efecto de bloques.

$\mathbf{E_{ij}}$ = Efecto del error.

Tabla 1

Esquema del análisis de varianza

Fuente de variación	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F.
Bloques	3	SCbloque	SCbloque/3	CMblo/CME
Tratamientos	3	SCtratam	SCtratam/5	CMtrata/CME
Error	9	SC error	SC error/15	CMerror/CME
Total	15	SC total	SC total/23	CMtotal/CME

Coeficiente de Variación (C.V.%)

3.1.4 Enfoque

La presente tesis tiene un enfoque cuantitativo, debido al uso de la estadística inferencial.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población estará constituida por el total de área experimental sembrada de 1 102m^2 instalado en el distrito de San Vicente de Cañete con un total de 144 plantas de uva.

3.2.2 Muestra

La muestra estará constituida por 3 de las plantas ubicadas en el área de la unidad experimental de 54m^2.

3.2.3 Dimensiones del campo experimental

Área del experimento

- Área experimental : 1 102 m^2
- Ancho campo experimental : 38 m
- Longitud campo experimental : 29 m
- Nº de bloques : 4

Características de la unidad experimental

- Ancho Unidad Experimental : 9 m
- Longitud Unidad Experimental : 6 m
- Área Unidad Experimental : 54 m^2
- Distancia entre surcos : 3 m
- Distancia entre planta : 2 m
- Número de plantas por unidad experimental: 9

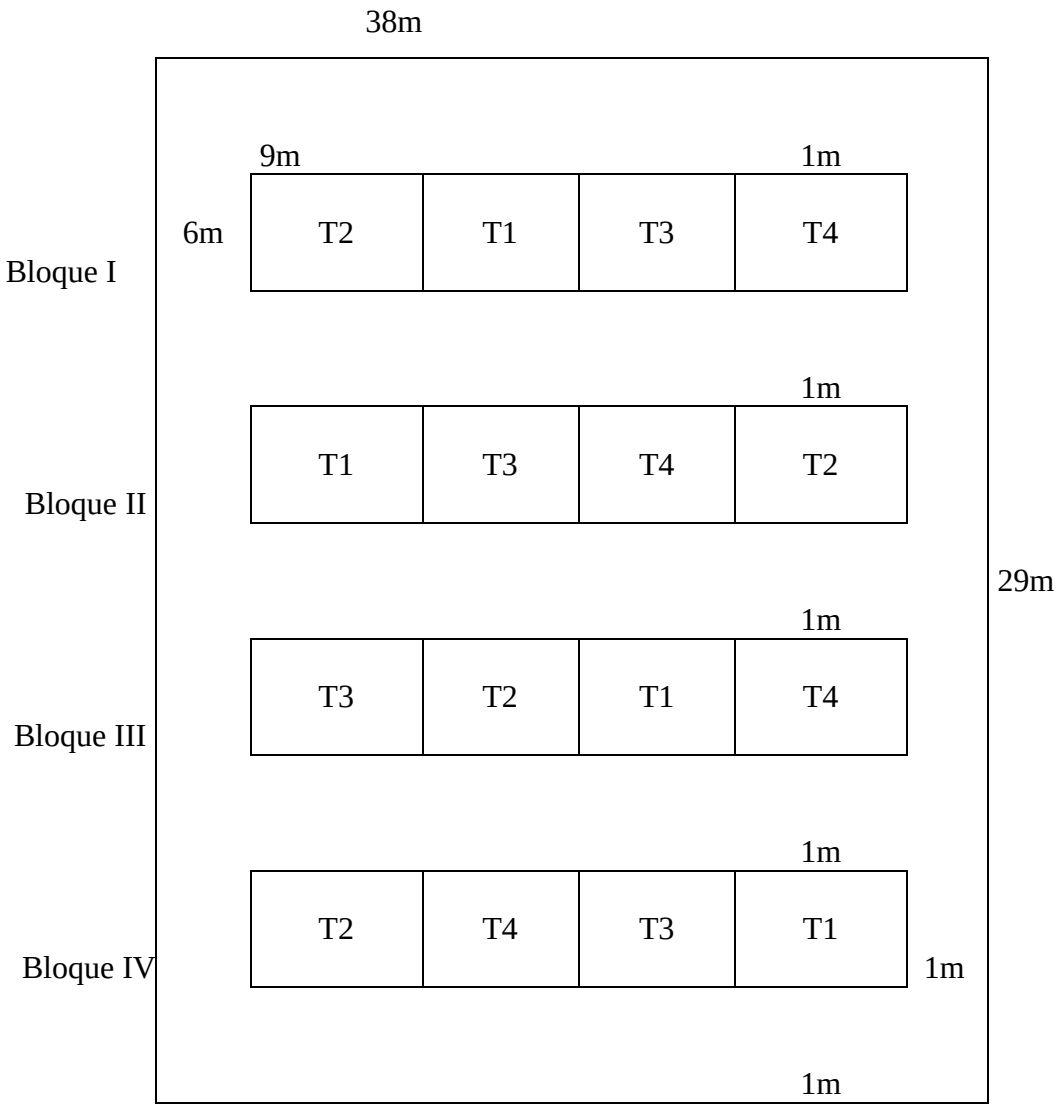

Figura 2. **Distribución de los tratamientos en el campo experimental**

3.3 Operacionalización de variables

Tabla 2

Cuadro de la operacionalizacion de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
-Eficiencia de los biocontroladores sobre *Uncinula necator*, en el cultivo de uva de mesa variedad red globe	Es la capacidad de los biocontroladores sobre el control de *Uncinula necator* en el cultivo de uva de mesa variedad red globe	X_1: Dosis de *Bacillus subtilis* y fungicida químico	T1: Testigo sin aplicación T2: *Bacillus subtilis,* cepa QST 713 (Serenade) a dosis 200 cc T3: *Bacillus subtilis,* cepa QST 713 (Serenade) a dosis de 300cc T4*:*Trifloxystrobin y Tebuconazole (Nativo 75WP)
		Y_1: Evaluación del desarrollo de la enfermedad.	- Severidad de los síntomas en hojas y racimos - Incidencia de la enfermedad (%) en hojas y racimos. - Porcentaje de eficacia de control en hojas y racimos.
-Rendimiento de u/va de mesa variedad red globe	Es la cantidad de frutos de uva cosechados por planta.	Y_2: Rendimiento.	- Rendimiento en (ton/ha)

Fuente: elaboración propia

3.3.1 Determinación de variables

En el presente trabajo de investigación se evaluaron las siguientes variables:

X1: Productos biológicos (T):

- T_1: Testigo sin aplicación
- T_2: *Bacillus subtilis,* cepa QST 713 (Serenade) a dosis de 200 cc por hectárea
- T_3: *Bacillus subtilis,* cepa QST 713 (Serenade) a dosis de 300cc por hectárea
- T_4*:* Trifloxystrobin y Tebuconazole (Nativo 75WP) a dosis de 0,3 kg por hectárea.

3.3.1.2 Variables dependientes

- Y1: Severidad de los síntomas en hojas y racimos en uva de mesa.

- Y2: Incidencia de la enfermedad (%) en hojas y racimos en uva de mesa.
- Y3: Porcentaje de eficacia de control de *U. necator* en hojas y racimos en uva de mesa.
- Y4: Rendimiento.

Tabla 3

Tratamientos a estudiar

N°	Controladores biológicos	Dosis	Momento de aplicación
T1	Testigo sin aplicación	Solo agua	Inicio del estadio de plena flor y hasta envero
T2	*Bacillus subtilis*, cepa QST 713 (Serenade)	200 cc/ha	Inicio del estadio de plena flor y hasta envero
T3	*Bacillus subtilis*, cepa QST 713 (Serenade)	300 cc/ha	Inicio del estadio de plena flor y hasta envero
T4	Trifloxystrobin y Tebuconazole, (Nativo 75WP)	0,3 kg/ha	Inicio del estadio de plena flor y hasta envero

Fuente: elaboración propia

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas a emplear

Procedimiento: se realizó el siguiente procedimiento:

La presente investigación se realizó en campos vitícolas de San Vicente de Cañete que tenían un historial de campo con infestación de *Uncinula necator* y que cada campaña agrícola usaba como control los fungicidas, sin embargo, el dueño de la propiedad de la finca Los Juncos, con el interés del objetivo de la investigación, empresto su campo vitícola para realizar los estudios del caso, teniendo en cuenta que este viticultor tenía problemas con este fitopatógeno. Siendo necesario para descartar contaminación con otros hongos fitopatógenos.

Para demostrar que el campo vitícola estaba infestado de *Uncinula necator* se realizó las observaciones en el microscopio estereoscópico para confirmar para la presencia del hongo. En cuanto a la identificación se realizará usando las claves de Bamett y Hunter (1996) el cual permite determinar el género taxonómico y la especiación del patógeno se utilizaron las claves de Commonwealth Mycological Institute (CMI) para la identificación a nivel específico.

Evaluación del desarrollo de la enfermedad

Una vez que se observen los primeros síntomas y signos de *Uncinula necator* en plena época de floración se realizará la aplicación de los tratamientos y se evaluará la eficiencia bioprotectora contra la *Uncinula necator*, el cual se estimará en función de las variables: a) Severidad de los síntomas en hojas y racimos b) Incidencia de la enfermedad (%) en hojas y racimos y c) Rendimiento.

Incidencia de la enfermedad (%) en hojas y racimos

Para este parámetro se realizó tomando tres hojas por brote, divididos en 4 brotes es decir 12 hojas y 12 racimos por planta de uva (Abanto, 2016). Se realizó la siguiente fórmula para la expresión de la incidencia.

$$\%\text{Incidencia}= \left(\frac{\text{\# de plantas con marchitez}}{\text{\# de plantas totales}}\right) x\ 100$$

Escala de severidad de la *Uncinula necator* en hojas y racimos

La evaluación de severidad se realizó usando las mismas 12 hojas y 12 racimos para evaluar incidencia, sin embargo, para este parámetro se usó las escalas según South Australian Research Development Isntitute (2002) citado por Abanto (2016) como se indica a continuación.

Tabla 4

Escala de severidad del oídium en hojas y racimos en uva de mesa cv. Red Globe

Grados	Descripción
0	tejido sano (0% de enfermedad)
1	con 0,8% de tejido enfermo
2	con 2,3% de tejido enfermo
3	con 4,7% de tejido enfermo
4	con 9,4% de tejido enfermo
5	con 18,8% de tejido enfermo
6	con 37,5% de tejido enfermo
10	con 100% de tejido enfermo

Fuente: Abanto (2016)

Porcentaje de eficacia de control de *B. subtilis* sobre *Uncinula necátor* en hojas y racimos

Para determinar este parámetro de eficacia de control en hojas y racimos se usó la siguiente fórmula:

$$EC = \frac{Ta - To}{Ta} 100$$

Dónde:

EC = Eficiencia control

Ta =Testigo sin aplicación

To = Tratamiento aplicado

Evaluación agronómica del cultivo de uva de mesa variedad Red Globe

Rendimiento

Contar el número de racimos cosechados por planta, luego realizar el peso total en una balanza analítica y expresarlo en ton/ha^{-1}.

3.4.2 Descripción de los materiales

Los materiales que se usaron fueron los siguientes:

- Letreros
- Wincha
- Cuaderno de campo
- Plantas de uva variedad Red globe.
- Urea y Nitrato de amonio
- Fosfato diamónico y Sulfato de potasio
- Quelatos de hierro y zinc
- Calcio y Boro
- *Bacillus subtilis* cepa QST 713 (Serenade)
- Fungicida químico (Nativo 75WP)
- Fumigadora nebulizadora

3.5 Técnicas para el procesamiento de la información

El análisis estadístico de las variables estudiadas se realizó mediante el procedimiento ANOVA del paquete estadístico SAS, Versión 9.3 y los gráficos usando el Microsoft Excel.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Incidencia de la enfermedad de *Uncinula necator* en hojas de uva de mesa

En la tabla 5, se muestra los resultados del análisis de varianza con respecto a la incidencia de *U. necátor* en hojas de uva de mesa, donde se observa que hay diferencias altamente significativas para la fuente de variación tratamientos (P<0,01), mientras que para la fuente de bloques no existe diferencia significativa. El coeficiente de variabilidad fue de 7,64% valor bajo que indica que los datos son confiables.

Tabla 5

Análisis de varianza para la incidencia de U. necator en hojas de uva de mesa cv. Red Globe

Fuente de Variación	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F-Cal	P-Valor	C.V.(%)
Bloques	3	125,00	41,67	3	0,0877NS	7,64
Tratamientos	3	16325,00	5441,67	391,8	<,0001 **	
Error	9	125,00	13,89			
Total	15	16575,00				

NS, *, **: no significativo y significativo a p <0.05 y 0.01, respectivamente.

Los resultados del análisis de la prueba de Tukey al 5% de probabilidades, muestran que el tratamiento T1 (Testigo sin aplicación) tiene mayor porcentaje de incidencia de la enfermedad de *U. necátor* en hojas con 100%, estadísticamente superior a los demás tratamientos, seguido de los tratamientos T2 (*Bacillus subtilis*, cepa QST 713 a dosis 200 cc) junto a T4 (Nativo 75WP) con porcentaje promedio de 45 y 38%, respectivamente, y por último el T3 (*Bacillus subtilis*, cepa QST 713 (Serenade) a dosis de 300cc) quien presento el promedio más bajo con 13% de incidencia (Véase en la Tabla 6 y Figura 3).

Tabla 6.

Incidencia de la enfermedad de U. necator en hojas de vid

Tratamientos	Promedios (%)
T1:Testigo sin aplicación	100 A
T2: *Bacillus subtilis*, cepa QST 713 (Serenade) a dosis 200 cc	45 B
T4: Trifloxystrobin y Tebuconazole (Nativo 75WP)	38 B
T3: *Bacillus subtilis*, cepa QST 713 (Serenade) a dosis de 300cc	13 C
Diferencia significativa mínima = 8,22	

El promedio con la misma letra no es significativamente diferente según Tukey al 5%.

4.2 Incidencia de la enfermedad de *U. necator* en racimos de uva de mesa

En la tabla 7, se muestra los resultados del análisis de varianza con respecto a la incidencia de la enfermedad de *U. necátor* en racimos, donde se observa que hay diferencias altamente significativas entre tratamientos (P<0.01), mientras que para bloques no hubo diferencia significativa. El coeficiente de variabilidad fue de 15,2% valor que indica que los datos son confiables.

Tabla 7.

Análisis de varianza para la incidencia de la enfermedad de U. necator en racimos de uva de mesa

Fuente de Variación	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F-Cal	P-Valor	C.V. (%)
Bloques	3	218,75	72,92	1,44	0,2950NS	15,2
Tratamientos	3	16268,75	5422,92	106,97	<,0001 **	
Error	9	456,25	50,69			
Total	15	16943,75				

NS, *, **: no significativo y significativo a p <0.05 y 0.01, respectivamente.

Los resultados de la prueba de Tukey al 5% de probabilidades, muestran que el tratamiento T1 (Testigo sin aplicación) tiene mayor porcentaje de incidencia de la enfermedad de *U. necátor* en racimos con 100%, estadísticamente superior a los demás tratamientos, seguido de los tratamientos T2 (*Bacillus subtilis*, cepa QST 713 a dosis 200 cc) con 38% de incidencia junto a T4 (Nativo 75WP) con 35% de incidencia, respectivamente, y por último el T3 (*Bacillus subtilis*, cepa QST 713 a dosis de 300cc) quien presento el promedio más bajo con 15% de incidencia (Véase en la Tabla 8 y Figura 3).

Tabla 8.

Comparación de medias para la incidencia de U. necator en racimos de uva de mesa

Tratamientos	Promedios (%)
T1:Testigo sin aplicación	100 A
T2: Bacillus subtilis, cepa QST 713 (Serenade) a dosis 200 cc	38 B
T4: Trifloxystrobin y Tebuconazole (Nativo 75WP)	35 B
T3: Bacillus subtilis, cepa QST 713 (Serenade) a dosis de 300cc	15 C
Diferencia significativa mínima = 15,72	

El promedio con la misma letra no es significativamente diferente según Tukey al 5%.

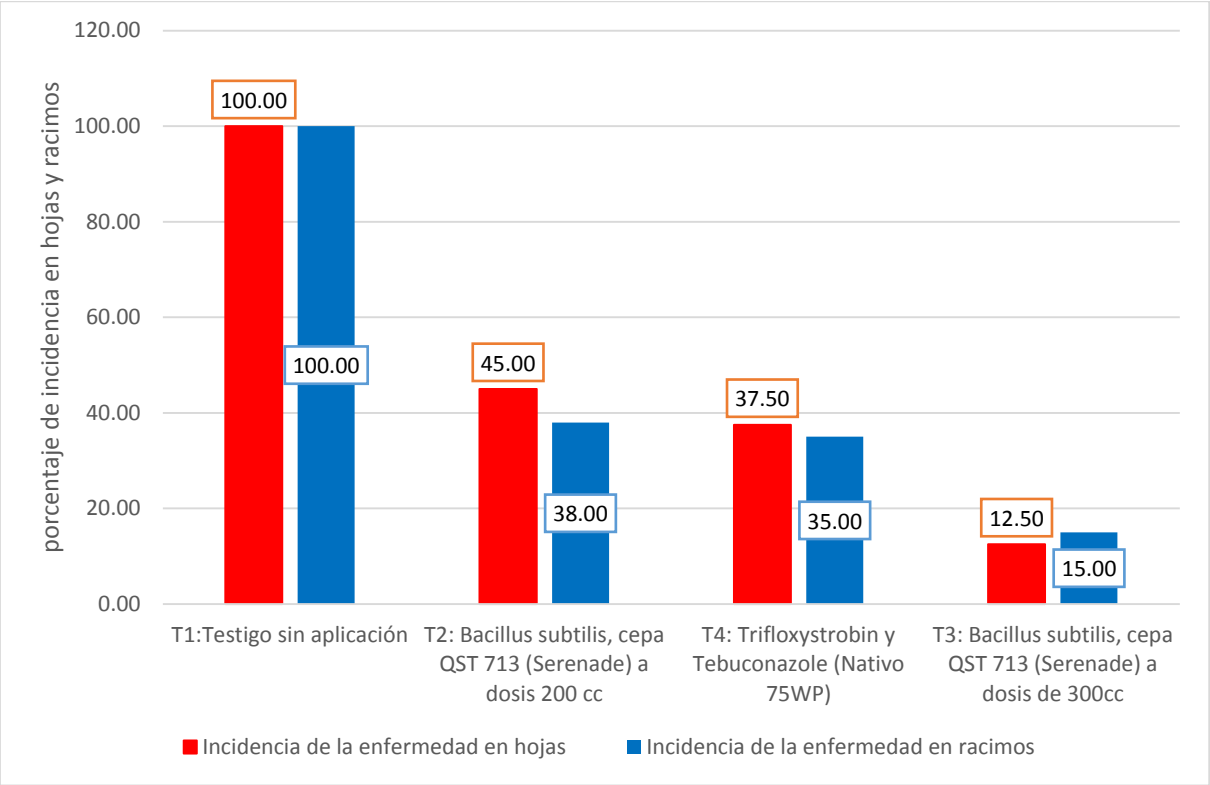

Figura 3. **Incidencia de *U. necator* en hojas y racimos de uva de mesa cv. Red Globe**

4.3 Severidad de los síntomas de *Uncinula necator* en hojas de uva de mesa cv. Red Globe

En la tabla 9, se muestra los resultados del análisis de varianza con respecto al grado de severidad de los síntomas de *U. necátor* en hojas, donde se observa que hay diferencias altamente significativas entre tratamientos (P<0,01), mientras que para bloques no hubo diferencia significativa. El coeficiente de variabilidad fue de 13,8% valor que indica que los datos son confiables.

Tabla 9

Análisis de varianza para la severidad de los síntomas de U. necator en hojas de uva de mesa cv. Red Globe

Fuente de Variación	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F-Cal	P-Valor	C.V. (%)
Bloques	3	0,69	0,23	0,37	0,7761NS	13,8
Tratamientos	3	103,19	34,40	55,65	<,0001 **	
Error	9	5,56	0,62			
Total	15	109,44				

NS, *, **: no significativo y significativo a p <0,05 y 0,01, respectivamente.

Los resultados del análisis de la prueba de Tukey al 5% de probabilidades, muestran que el tratamiento T1 (Testigo sin aplicación) tiene mayor al grado de severidad de los síntomas de *U. necátor* en hojas con 9,8 (89,5%) estadísticamente superior a los demás tratamientos, seguido de los tratamientos T2 (*Bacillus subtilis*, cepa QST 713 a dosis 200 cc) con 5,3 (18,8%) de severidad junto a T4 (Nativo 75WP) con 5,0 (18,8%), respectivamente, y por último el T3 (*Bacillus subtilis*, cepa QST 713 a dosis de 300cc) quien presento el promedio más bajo de severidad con 2,8 (4,7%) de severidad (Véase en la Tabla 10 y Figura 4).

Tabla 10

Comparación de medias para la severidad de U. necator en hojas de uva cv. Red Globe

Tratamientos	**Promedio**	
	(Grado)	**(%)**
T1:Testigo sin aplicación	9,8 A	89,5
T2: *Bacillus subtilis*, cepa QST 713 (Serenade) a dosis 200 cc	5,3 B	18,8
T4: Trifloxystrobin y Tebuconazole (Nativo 75WP)	5,0 B	18,8
T3: *Bacillus subtilis*, cepa QST 713 (Serenade) a dosis de 300cc	2,8 C	4,7
Diferencia significativa mínima = 1,74		

El promedio con la misma letra no es significativamente diferente según Tukey al 5%.

4.4 Severidad de los síntomas de *U. necator* en racimos de uva de mesa *cv. Red Globe*

En la tabla 11, se muestra los resultados del análisis de varianza con respecto al grado de severidad de los síntomas de *U. necator* en racimos de uva de mesa, donde se observa que hay diferencias altamente significativas para la fuente de variación tratamientos (P<0,01), mientras que para la fuente de bloques no hubo diferencia significativa. El coeficiente de variabilidad fue de 10,5% valor bajo que indica que los datos son confiables.

Tabla 11

Análisis de varianza para la severidad de U. necator en racimos de uva cv. Red Globe

Fuente de Variación	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F-Cal	P-Valor	C.V. (%)
Bloques	3	0,44	0,22	0,19	0,2337NS	10,5
Tratamientos	3	7,73	1,55	1,31	<,0001 **	
Error	9	9,45	1,18			
Total	15	17,62				

NS, *, **: no significativo y significativo a p <0,05 y 0,01, respectivamente.

Los resultados de la prueba de Tukey al 5% de probabilidades, muestran que el tratamiento T1 (Testigo sin aplicación) tiene mayor al grado de severidad de los síntomas de *U. necator* en racimos con 9,7 (89,5%) estadísticamente superior a los demás tratamientos, seguido de los tratamientos T2 (*Bacillus subtilis* dosis 200 cc) con 6,1 (37,5%) de severidad junto a T4 (Nativo 75WP) con 5,5 (37,5%), respectivamente, y por último el T3 (*Bacillus subtilis* a dosis de 300cc) quien presento el promedio más bajo de severidad en racimos de uva de mesa con 1,8 (18,8%) de severidad (Véase en la Tabla 12 y Figura 4).

Tabla 12

Comparación de medias para la severidad de los síntomas de U. necator en racimos de uva de mesa cv. Red Globe

Tratamientos	**Promedios**	
	(grado)	**(%)**
T1:Testigo sin aplicación	9,7 A	89,5
T2: Bacillus subtilis, cepa QST 713 (Serenade) a dosis 200 cc	6,1 B	37,5
T4: Trifloxystrobin y Tebuconazole (Nativo 75WP)	5,5 B	37,5
T3: Bacillus subtilis, cepa QST 713 (Serenade) a dosis de 300cc	1,8 C	2,3
Diferencia significativa mínima = 1,3		

El promedio con la misma letra no es significativamente diferente según Tukey al 5%.

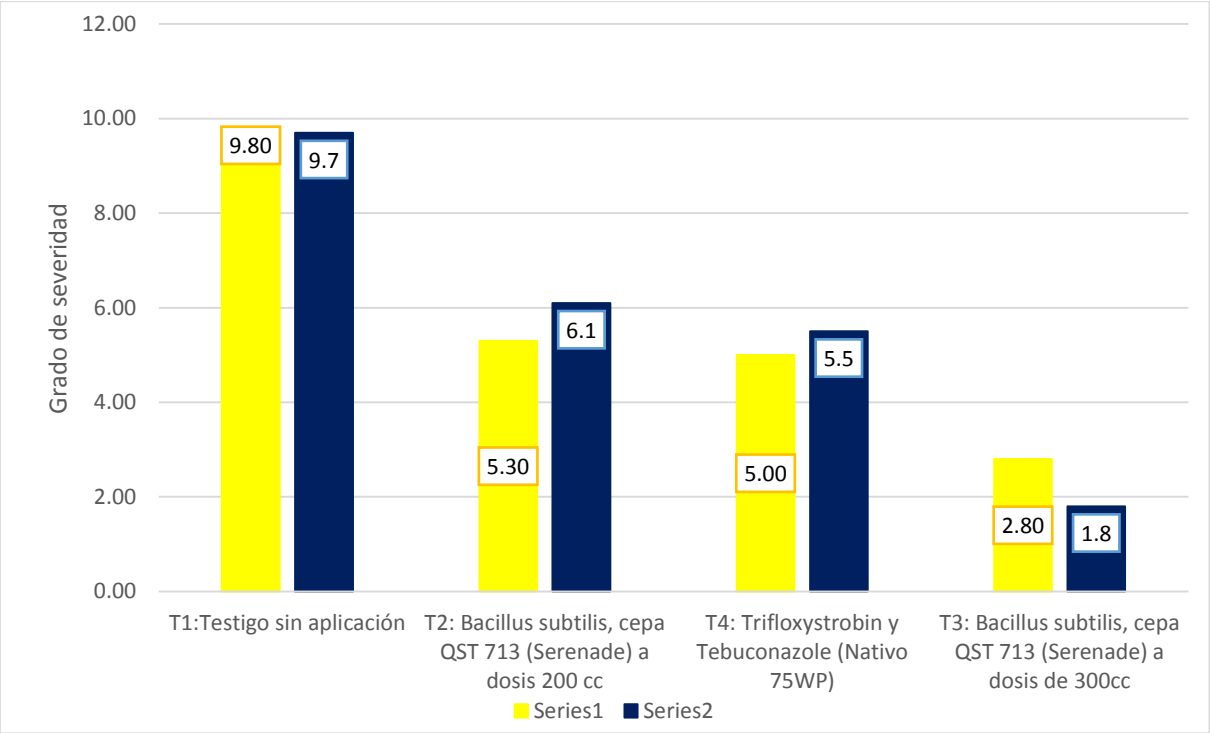

Figura 4. **Severidad de los síntomas de *U. necator* en hojas (amarillo) y racimos (azul) de uva de mesa cv. Red Globe**

4.5 Eficacia de *Bacillus subtilis* aplicados en hojas para el control de *U. necator* en uva de mesa *cv. Red Globe*

En la tabla 13, se muestra los resultados del análisis de varianza con respecto a la eficacia de *Bacillus subtilis* aplicados en hojas para el control de *U. necator* en uva de mesa, donde se observa que hay diferencias altamente significativas entre tratamientos (P<0,01), mientras que para bloques no hubo diferencia significativa. El coeficiente de variabilidad fue de 28,4% valor que indica que los datos son confiables.

Tabla 13

Análisis de varianza para la eficacia de Bacillus subtilis aplicados en hojas para el control de U. necator en uva de mesa cv. Red Globe

Fuente de Variación	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F-Cal	P-Valor	C.V. (%)
Bloques	3	228,00	76,00	1,33	0,3230NS	28,4
Tratamientos	3	10817,50	3605,83	63,32	<,0001 **	
Error	9	512,50	56,94			
Total	15	11558,00				

NS, *, **: no significativo y significativo a p <0,05 y 0,01, respectivamente.

Los resultados de la prueba de Tukey al 5% de probabilidades, muestran que el tratamiento T3 (*Bacillus subtilis*, cepa QST 713 a dosis de 300cc) tiene la mayor eficacia de *Bacillus subtilis* aplicados en hojas para el control de *U. necator* en uva de mesa con 71,8% estadísticamente superior a los demás tratamientos, seguido de los tratamiento T4 (Nativo 75WP) con 48,5% junto al tratamientos T2 (*Bacillus subtilis*, cepa QST 713 a dosis 200 cc) quien presento el promedio más bajo de eficacia para el control de *U. necator* en hojas con 45,8% (Véase en la Tabla 14 y Figura 5).

Tabla 14

Comparación de medias para la eficacia de Bacillus subtilis aplicados en hojas para el control de U. necator en uva de mesa cv. Red Globe

Tratamientos	Promedios (%)
T3: *Bacillus subtilis*, cepa QST 713 (Serenade) a dosis de 300cc	71,8 A
T4: Trifloxystrobin y Tebuconazole (Nativo 75WP)	48,5 B
T2: *Bacillus subtili*s, cepa QST 713 (Serenade) a dosis 200 cc	45,8 B
T1:Testigo sin aplicación	0,0 C
Diferencia significativa mínima = 16,7	

El promedio con la misma letra no es significativamente diferente según Tukey al 5%.

4.6 Eficacia de *Bacillus subtilis* aplicados en racimos para el control de *U. necator* en uva de mesa *cv. Red Globe*

En la tabla 15, se muestra los resultados del análisis de varianza con respecto a la eficacia de *Bacillus subtilis* aplicados en racimos para el control de *U. necator*, donde se observa que hay diferencias altamente significativas entre tratamientos (P<0,01), mientras que para bloques no hubo diferencia significativa. El coeficiente de variabilidad fue de 12,9% valor que indica que los datos son confiables.

Tabla 15.

Análisis de varianza para la eficacia de Bacillus subtilis aplicados en racimos para el control de U. necator en uva de mesa cv. Red Globe

Fuente de Variación	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F-Cal	P-Valor	C.V.(%)
Bloques	3	142,19	47,40	1,71	0,2341 NS	12,9
Tratamientos	3	13503,19	4501,06	162,32	<,0001 **	
Error	9	249,56	27,73			
Total	15	13894,94				

NS, *, **: no significativo y significativo a p <0,05 y 0,01, respectivamente.

Los resultados de la prueba de Tukey al 5% de probabilidades, muestran que el tratamiento T3 (*Bacillus subtilis* dosis de 300cc) tiene la mayor eficacia de *Bacillus subtilis* aplicados en racimos para el control de *U. necator* con 82% estadísticamente superior a los demás tratamientos. Seguido de los tratamiento T4 (Nativo 75WP) con 44% junto al tratamientos T2 (*Bacillus subtilis* dosis 200 cc) quien presento el promedio más bajo de eficacia para el control de *U. necator* en racimos con 39% (Véase en la Tabla 16 y Figura 5).

Tabla 16.

Comparación de medias para la eficacia de Bacillus subtilis aplicados en racimos para el control de U. necator en uva de mesa cv. Red Globe

Tratamientos	**Promedios**
T3: Bacillus subtilis, cepa QST 713 (Serenade) a dosis de 300cc	82 A
T4: Trifloxystrobin y Tebuconazole (Nativo 75WP)	44 B
T2: Bacillus subtilis, cepa QST 713 (Serenade) a dosis 200 cc	39 B
T1:Testigo sin aplicación	0 C
Diferencia significativa mínima = 11,6	

El promedio con la misma letra no es significativamente diferente según Tukey al 5%.

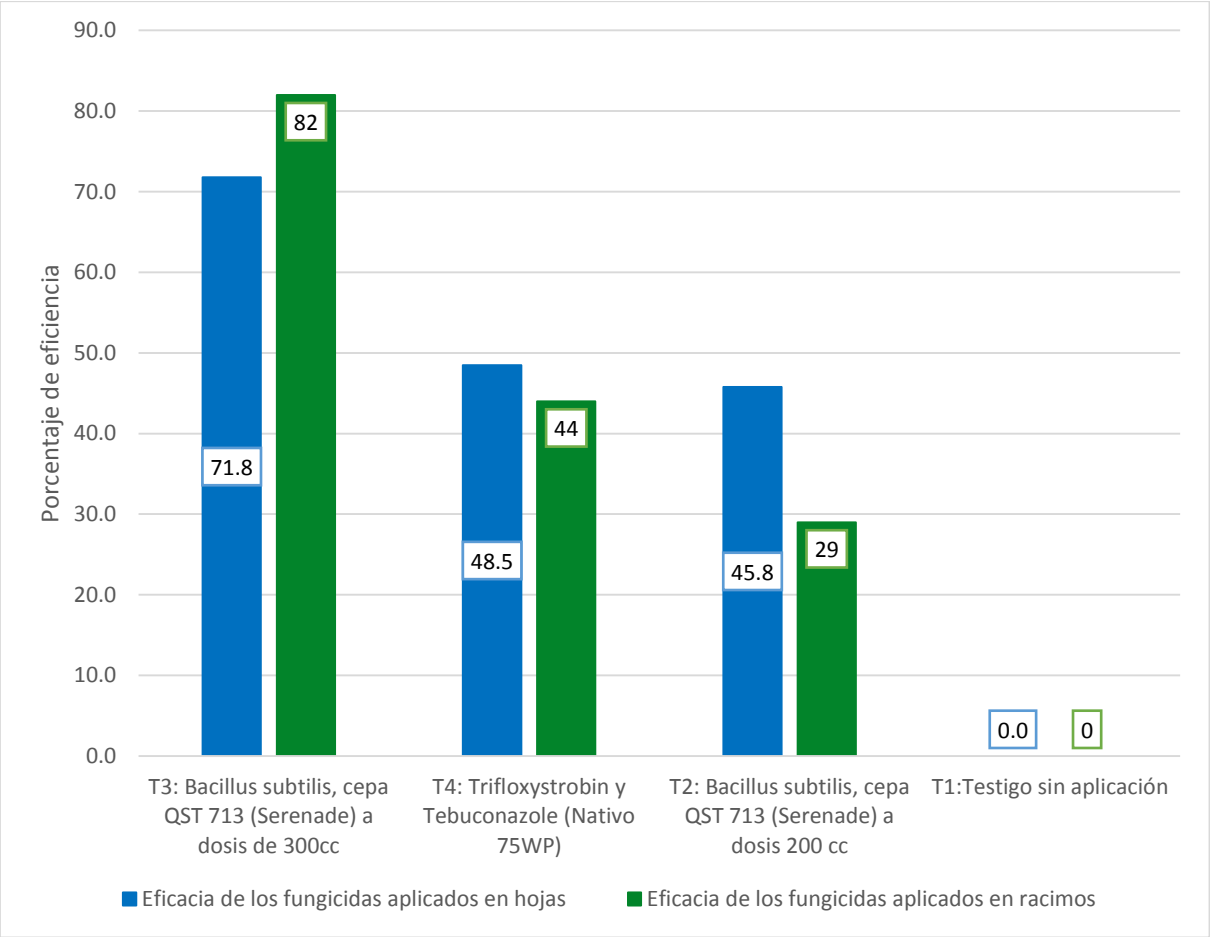

Figura 5. **Eficacia de *B. subtilis* aplicados en hojas y en racimos para el control de *U. necator* en uva de mesa cv. Red Globe**

4.7 Rendimiento de uva de mesa *cv. Red Globe*

En la tabla 17, se muestra los resultados del análisis de varianza con respecto al rendimiento de uva de mesa variedad red globe, donde se observa que hay diferencias altamente significativas para la fuente de variación tratamientos ($P<0.01$), mientras que para la fuente de variación bloques no hubo diferencia significativa. El coeficiente de variabilidad fue de 8,03% valor bajo que indica que los datos son confiables.

Tabla 17.

Análisis de varianza para el rendimiento de uva de mesa variedad red globe cv. Red Globe

Fuente de Variación	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F-Cal	P-Valor	C.V. (%)
Bloques	3	24,19	8,06	3,15	0,0894NS	8,03
Tratamientos	3	587,69	195,90	76,45	<,0001 **	
Error	9	23,06	2,56			
Total	15	634,94				

NS, *, **: no significativo y significativo a p <0,05 y 0,01, respectivamente.

Los resultados de la prueba de Tukey al 5% de probabilidades, muestran que el tratamiento T3 (*Bacillus subtilis* a dosis de 300cc) tiene el mayor rendimiento de uva de mesa variedad red globe con 26,8 ton/ha estadísticamente superior a los demás tratamientos, seguido de los tratamientos T2 (*Bacillus subtilis* a dosis 200 cc) con 22,5 ton/ha junto a T4 (Nativo 75WP) con 20,3 ton/ha, y por último el T1 (Testigo sin aplicación) quien presento el rendimiento más bajo de uva de mesa variedad red globe con 10,2 ton/ha (Véase en la Tabla 18 y Figura 6).

Tabla 18.

Comparación de medias para el rendimiento de uva de mesa cv. Red Globe

Tratamientos	**Promedios (ton/ha)**
T3: *Bacillus subtilis*, cepa QST 713 (Serenade) a dosis de 300cc	26,8 A
T4: Trifloxystrobin y Tebuconazole (Nativo 75WP)	22,5 B
T2: *Bacillus subtilis*, cepa QST 713 (Serenade) a dosis 200 cc	20,3 B
T1:Testigo sin aplicación	10,2 C
Diferencia significativa mínima = 3,53	

El promedio con la misma letra no es significativamente diferente según Tukey al 5%.

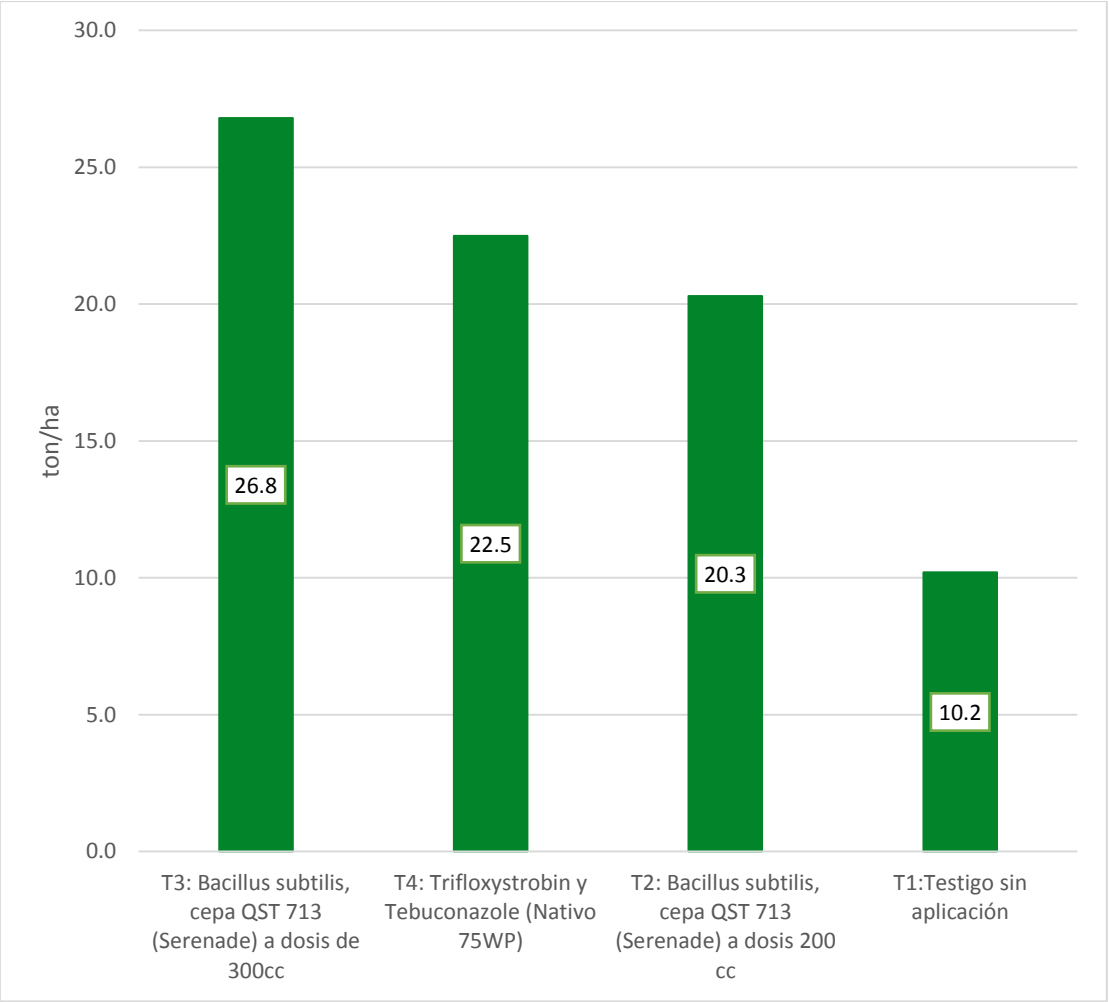

Figura 6. **Rendimiento de uva de mesa cv. Red Globe**

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

5.1 Discusión

Los resultados de la presente investigación reportan al tratamiento T3 (*Bacillus subtilis*, cepa QST 713 (Serenade) a dosis de 300cc) con menor porcentaje de incidencia en hojas (13%) y en racimos (15%) y menor grado de severidad en hojas (2,8 con 4,7% de tejido enfermo) y en racimos (2 con 2,3% de tejido enfermo), es decir a mayor dosis de este biocontrolador tiene un efecto antagónico de *U. necator*, reduciendo la severidad de la enfermedad tanto en hojas como en racimo, siendo superior a los demás tratamientos, en cuanto al fungicida químico Nativo 75WP presentó promedios bajos en lo que respecta incidencia en hojas (38%) y racimos (35%) y en severidad hojas (5 con 18,8% de tejido enfermo) y racimos (5,56 con 37,5% de tejido enfermo), esto quiere decir que el fungicida químico presento un mayor comportamiento en comparación a baja dosis del bioagente.

Con respecto a la eficacia de control de *U. necator* el *Bacillus subtilis* a dosis de 300cc presentó la mayor eficacia en hojas (71,8%) y racimos (82%), es decir este bioprotector reduce el crecimiento y desarrollo de la enfermedad provocada por *U. necator*, indicando que tiene un fuerte actividad antagónica y el fungicida Nativo con 48,5% en hojas y 44% en racimos, obteniendo mayor control en comparación a baja dosis de Serenade. En cuanto al rendimiento *Bacillus subtilis* a dosis de 300cc fue el que obtuvo mayor rendimiento con 26,8 ton/ha superior al fungicida Nativo 75WP con 22,5 ton/ha, por lo que este biofungicida reduce el desarrollo de la enfermedad y permite que la planta de uva obtenga su máxima productividad además este bioagente en el suelo permite una mayor actividad en el suelo debido a su liberación de compuestos orgánicos que permiten una mayor absorción de nutrientes al suelo.

Estos resultados fueron similares a lo obtenido por Fuertes (2015) quien, en su investigación sobre la efectividad de fungicidas biológicos en el control de oídio, menciona que todos los racimos tratados presentaron síntomas y signos de oídio, la severidad en el tratamiento testigo alcanzó a un 41,3%. Además, el tratamiento que tuvo el mayor efecto inhibitorio de la enfermedad correspondió a la aplicación del fungicida químico Apolo, mientras que Serenade (200 cc h-1) presento 19,2% y Serenade (200 cc h-1) obtuvo 27,2% presentando un buen nivel de control similar al de Apolo con 6,6% e incidencia de 90%.

En sí, Serenade (200 cc) redujo la severidad de la enfermedad. Los productos a base de bacterias fueron más efectivos en concentraciones menores lo que es frecuentemente observado en este tipo de productos, sin embargo, Apolo sigue siendo el mejor en las aplicaciones. Este biofungicida en base a bacterias del genero Bacillus presentaron efectividad frente a la enfermedad, sin embargo, se observa incongruencia en los resultados al tener mayor efectividad las concentraciones menores de cada biofungicida.

Asimismo, Maachia et al. (2015) usando dos cepas del grupo *Bacillus subtilis* (B27 y B29) para controlar el mildiu polvoriento y la enfermedad del moho gris de la vid. Los experimentos en invernaderos mostraron que las cepas B29 y B27 de la bacteria redujeron eficientemente la severidad del mildiu polvoriento hasta en un 50% y 60%, respectivamente. Demuestra que el modo de acción es quitinolítico. Estas dos bacterias mostraron una producción significativa de proteínas totales descargadas en el medio de cultivo. Determinación de algunas enzimas quitinolíticas reveló la participación de glucosaminidasa N-acetilo (Nagase), la quitina-1,4-chitobiosidase (Biase) y endoquitinasa en la degradación del micelio de *Uncinula necátor*.

Teniendo en cuenta que Serenade es un fungicida biológico fabricado a partir de la fermentación de *bacillus subtilis* Cepa QST713 que ayuda a reducir al mínimo los niveles de residuos químicos en los cultivos sin generar resistencia, puede ser mezclado con fungicidas convencionales lo que incrementa la eficiacia de las moléculas químicas (BAYER, 2017).

Bacillus subtilis cepa QST 713 biofungicida presentado en forma de polvo humectable, de acción preventiva recomendado para el control y prevención de las enfermedades causadas por hongos de las clases deuteromicetos, oomicetos y ascomicetos, así como de diversas especies de bacterias patógenas como Erwinia, Xanthomonas y Pseudomonas. Presenta un múltiple modo de acción lo que previene el desarrollo de resistencias, siendo un producto apto para su aplicación en programas de control integrado de plagas. Detiene la germinación de las esporas de los *fitopatógenos,* que destruye el tubo germinativo y micelio, por lo que inhibe el establecimiento del patógeno en la planta al generar una zona de inhibición que restringe el desarrollo de la enfermedad. La cepa QST 713 de *Bacillus subtilis*, contiene tres grupos de lipopéptidos que juntos trabajan para destruir los *fitopatógenos.*

Este biofungicida es un agente de control biológico, el producto Milastin K a base de *Bacillus subtilis* es un mejor método para el control de la patogénesis tanto sistémica como no sistémica, e indica que son efectivas en el control de la enfermedad del mildiu polvoriento en las hojas, proporcionando un 80-90% de control de la enfermedad (Sawant et al., 2011).

Juárez (2017) reporta que la cepa Q11 de *Bacillus subtilis* presentó un efecto antagonista sobre diferentes cepas de hongos fitopatógenos en vid, encontrando que los compuestos en mayor proporción y que son inhibidores del crecimiento de hongos, producidos por la cepa Q11 de *Bacillus subtilis*, son los lipopéptidos de la familia de las iturinas, siendo parte de un manejo integrado y sostenible.

Kofi et al. (2015) menciona que las especies de Bacillus producen y secretan muchos lipopéptidos con un fuerte efecto inhibitorio contra el crecimiento micelial del patógeno. El análisis de espectrometría de masas con electrospray mostró que estas cepas producían una mezcla heterogénea de antibióticos pertenecientes a fengycina y surfactina, la iturina y surfactina, la bacilomicina D, fenicina y surfactina. Además, estas bacterias exhibieron potencial de biocontrol al reducir la severidad de la enfermedad cuando se probaron. Según su actividad anti fúngica contra hongos fitopatógenos, estas cepas podrían usarse para el control biológico de enfermedades de las plantas.

El espectro supresor del caldo de esta bacteria fue lo suficientemente amplio como para ser efectivo no solo para los hongos fitopatógenos sino también para las bacterias. Como sustancia supresora, se purificó del caldo un antibiótico del grupo iturina (Phae et al., 1990).

Por otro lado Kumar (2012) menciona que el aislado BPR7 (*Bacillus sp.*), produce IAA, sideróforo , fitasa , ácido orgánico, ACC desaminasa, cianógenos, enzimas líticas, oxalato oxidasa y solubilizó varias fuentes de fosfatos orgánicos e inorgánicos, así como potasio y zinc. Esta cepa inhibe fuertemente el crecimiento de varios fitopatógenos. Las bacterias del suelo que tienen un efecto beneficioso sobre la salud de las plantas se denominan comúnmente rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas (PGPR) y estos fijan el nitrógeno atmosférico, produce fitohormonas, sideróforos , solubiliza fosfato, potasio y zinc, alivia los diversos tipos de estrés al secretar la enzima ACC (1-aminociclopropano-1-carboxilato) desaminasa y controla la enfermedad al suprimir o eliminar los fitopatógenos. Generalmente, del 2 al 5% de las bacterias de la rizosfera son PGPR.

Entre ellos, los bacilos formadores de esporas tienen una ventaja sobre los formadores no esporas como Pseudomonas, porque las esporas son más robustas y resistentes a la temperatura elevada y a las altas concentraciones de productos químicos. Además, la vida útil de los productos biológicos basados en esporas bacterianas puede ser de 1 a 3 años. Una desventaja de usar las esporas es el requisito de tiempo para volver a la etapa metabólica activa de una célula vegetativa después de su aplicación (Kumar, 2012).

Una amplia variedad de bacterias produce lipopéptidos, sin embargo, *Bacillus* y *Paenibacillus.spp.* en particular han producido varios lipopéptidos antimicrobianos potentes. Muchos de los lipopéptidos producidos por estas bacterias se conocen desde hace décadas y representan una potencial mina de oro de antibióticos candidatos. Esta lista incluye las polimixinas, octapeptinas, polipéptidos, iturinas, surfactinas, fengycinas, fusaricidinas y tridecaptinas, así como algunos ejemplos novedosos, incluidos los kurstakins. Estos lipopéptidos tienen una amplia variedad de actividades, que van desde antibacterianos y antifúngicos (Cochrane y Vederas 2016).

Alternativamente, deben tenerse en cuenta los efectos de estas cepas de biocontrol sobre la resistencia mejorada de la planta y la inmunidad de la planta. También es más probable que este tipo de mecanismo esté involucrado en el biocontrol de las bacterias que habitan en hábitats distintos de la planta que la bacteria que causa la enfermedad de la planta. Existe poca evidencia de los efectos antibióticos directos del biocontrol sobre los patógenos dentro de las plantas (Compant et al. 2013).

Una microflora natural puede habitar las plantas hospederas de la vid, tanto en la rizosfera como en la endosfera de varios órganos de la planta. Cualquier aplicación de microbios específicos debe conducir a estudiar su comportamiento dentro de las plantas de uva y la interacción con la microflora natural. El uso intensivo de pesticidas en la viticultura también puede tener un fuerte impacto en la composición endófita. Sin embargo, el aspecto de la alteración potencial de la microflora por agentes de biocontrol no debe ser descuidado. Todos estos aspectos deben considerarse como una base para una mayor mejora del biocontrol en el viñedo, es decir, para una gestión sostenible de la viticultura (Compant et al., 2013).

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El tratamiento T3 (*Bacillus subtilis*, cepa QST 713 (Serenade) a dosis de 300cc) reportó mayor eficacia en hojas (71,8%) y racimos (82%) en el control del oídium "*Uncinula necator*" en el cultivo de uva variedad Red globe bajo condiciones de Cañete, Lima.

La dosis de 300 cc por hectaréa de Serenade (*Bacillus subtilis*) menor porcentaje de incidencia en hojas (13%) y en racimos (15%) y menor grado de severidad en hojas (2,8 con 4,7% de tejido enfermo) y en racimos (2 con 2,3% de tejido enfermo) en el cultivo de uva variedad Red globe bajo condiciones de Cañete, Lima.

El biofungicida *Bacillus subtilis* a dosis de 300cc fue el que obtuvo mayor rendimiento con 26,8 ton/ha bajo las condiciones de Cañete, Lima.

Los resultados de la presente investigación reportan al tratamiento T3 (*Bacillus subtilis*, cepa QST 713 (Serenade) a dosis de 300cc) con menor porcentaje de incidencia en hojas (13%) y en racimos (15%) y menor grado de severidad en hojas (2,8 con 4,7% de tejido enfermo) y en racimos (2 con 2,3% de tejido enfermo) en cuanto al fungicida químico Nativo 75WP presentó promedios bajos en lo que respecta incidencia en hojas (38%) y racimos (35%) y en severidad hojas (5 con 18,8% de tejido enfermo) y racimos (5,56 con 37,5% de tejido enfermo). Con respecto a la eficacia de control de *U. necator* el *Bacillus subtilis* a dosis de 300cc presentó la mayor eficacia en hojas (71,8%) y racimos (82%) y Nativo con 48,5% en hojas y 44% en racimos. En cuanto al rendimiento Bacillus subtilis a dosis de 300cc fue el que obtuvo mayor rendimiento con 26,8 ton/ha superior al fungicida Nativo 75WP con 22,5 ton/ha.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda realizar nuevamente el estudio en otras zonas de Cañete y de Lima.

Se recomienda difundir el uso de Serenade a dosis de 300 cc por hectárea para controlar *U. necator*.

CAPÍTULO VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abanto, D. (2016). *Control de erysiphe necator schwein usando el índice de riesgo del oidio, en el cultivo Vitis vinífera L. en Villacurí, Ica* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Agrios, G. (2004). *Fitopatología*. Barcelona, España: Limusa.

Almanza, P. (2011). *Determinación del crecimiento y desarrollo del fruto de vid (Vitis vinifera L.) bajo condiciones de clima frío tropical* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Bamett, H., and Hunter, B. (1996). *Illustrated general of imperfect fungi.* Florida, U.S.A: Amer Phytopathological Society.

BAYER, (2017). *Serenade* ASO. Recuperado de https://www.micultivo.bayer.com.mx/docbase/archivosProducto/Serenade-Aso-Folleto.pdf

Bettiol, W., Garibaldi, A., and Quirico M. (1997). Bacillus subtilis for the control of powdery mildew on cucumber and zucchini squash. *Bragantia 56*(2), 281-287.

Campbell, P., Bendek, C., y Latorre, B. (2007). Riesgo de oídio (*Erysiphe necator*) de la vid en relación con el desarrollo de los racimos. *Cien. Inv. Agr. 34*(1), 5-11.

Chamorro, E. (2006). *Evaluación de la efectividad biocontroladora de Bacillus subtilis y dos cepas nativas de Trichoderma spp. sobre la incidencia y severidad del oidio de la vid (Uncinula necator) en Vitis vinifera variedad Cabernet Sauvignon* (tesis de pregrado). Universidad de Talca, Talca, Chile.

Chávez, W., y Arata, A. (2004). *Control de Plagas y Enfermedades en el Cultivo de la Vid*. Málaga, España: DESCO.

Cochrane, S.A., and Vederas, J.C. (2016) Lipopeptides from Bacillus and Paenibacillus spp.: a gold mine of antibiotic candidates. *Med Res Rev 36*(1), 4–31

Compant, S., Brader, G., Saima, M., Sessitsch, A., Ahmed, L., and Mathieu, F. (2013). Use of beneficial bacteria and their secondary metabolites to control grapevine pathogen diseases. *BioControl, 58*(4), 435-455.

Cristian, W. (2015). *Control biológico del Oídium sp mediante el uso de fungicidas biocontroladores en el cultivo del rosal (Rosa sp), en la zona de Cayambe, provincia de Pichincha* (tesis de pregrado). Universidad Técnica De Babahoyo, El Ángel, Carchi, Ecuador.

De Vleeschauwer D. and Höfte, M. (2007). Using Serratia plymuthica to control fungal pathogens of plants. *CAB Rev. 2*, 46-51.

Flores, T. (2015). *Evaluación de variedades de vid (Vitis vinifera L.) y fuentes de fertilización en la producción de hoja para consumo humano* (tesis de pregrado). Universidad Autónoma De Nuevo León, Nuevo León, España.

Fuertes, D. (2015). *Efectividad de fungicidas biológicos en el control de oídio (Erysiphe necator Sschwein) de la vid* (tesis de pregrado). Universidad De Chile, Santiago, Chile.

Galet, P. (1983). *Precis de Viticulture*. Montpellier, France: Imprimerie Dehan.

Juárez, Y. (2017). *Detección de Botrytis cinerea mediante PCR en cultivos de vid y evaluación del biocontrol con Bacillus subtilis Q11* (tesis de pregrado). Universidad Autonóma De Querétaro, Santiago de Querétaro, Querétaro.

Kefi, A., Slimene, I.B., Karkouch, I., Rihouey, C., Azaeiz, S., Bejaoui, M., Belaid, R., Cosette, P., Jouenne, T., and Limam, F. (2015). Characterization of endophytic Bacillus strains from tomato plants (*Lycopersicon esculentum*) displaying antifungal activity against Botrytis cinerea Pers. *World Journal of Microbiology and Biotechnology 31,* 1967-1976.

Kumar, P., Dubey, R.C., and Maheshwari, D.K. (2012). Bacillus strains isolated from rhizosphere showed plant growth promoting and antagonistic activity against phytopathogens. *Microbiological Research, 167*(8), 493-499.

Maachia, B., Rafik, E., Chérif, M., Nandal, P., Mohapatra, T., and Bernard, P. (2015). Biological control of the grapevine diseases ‘grey mold’ and ‘powdery mildew’

by Bacillus B27 and B29 strains. *Indian Journal of Experimental Biology, 53,* 109-115.

Mauricio, L., y Leal, J. (2011). Efecto de la aplicación de azufre para el control de oidiosis "*leveillula taurica*" en el cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Imperial star. *Scientia Agropecuaria 2*, 169 – 176.

Phae, C.G, Shoda, M., and Kubot, H. (1990). Suppressive effect of *Bacillus subtilis* and its products to phytopathogenic microorganisms. *J Ferment Bioeng 69*, 1–7.

Pieckenstain, F.L. (2002). *Control biológico de enfermedades causadas por Sclerotinia Sclerotiorum en el girasol y estudio del rol de las poliaminas en las distintas etapas del ciclo de vida de este patógeno* (tesis doctoral). Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

Piqueras, J. (2009). *El oidium en España: la primera gran plaga americana del viñedo*. Recuperado de http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-332.htm.

Rodríguez, P. (1996). *Plagas y enfermedades de la vid en Canarias*. Canarias, España: Cuaderno de Divulgación.

Sawant, S.D., Sawhormiga, I.S. Dinesh, S.S., Sagarm J. and Waghmare, M. (2011). Control of powdery mildew in vineyards by Milastin K, a commercial formulation of *Bacillus subtilis* (KTBS). *Journal of Biological Control 25* (1), 26–32.

Tovar, J. (2008). *Evaluación de la capacidad antagonista "in vivo" de aislamientos de Trichoderma spp. Frente al hongo fitopatógeno Rhizoctonia solani* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Wilcox, W. (2003). G*rapevine Powdery Uncinula necator (Schw.) Burr*. Recuperado de https://ecommons.cornell.edu/bitstream/handle/1813/43121/powdery-mildew-grapes-FS-NYSIPM.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Valverde, J. (2005). *Nuevas tecnologías no contaminantes para preservar la calidad de la uva de mesa durante su conservación post-recolección* (tesis doctoral). Universidad Miguel Hernández, España.

ANEXOS

Tabla 19.

Matriz de consistencia

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	MÉTODO
-¿Qué efecto tendrá la efectividad de *Bacillus subtilis* sobre el control del oídium "*Uncinula necator*" en el cultivo de uva bajo condiciones de Cañete, Lima? -¿Qué efecto tendrá las dosis de *Bacillus subtilis* sobre la incidencia y severidad del oídium en el cultivo de uva bajo condiciones de Cañete, Lima? -¿Cuál será la incidencia del control biológico de *Uncinula necator* sobre el rendimiento del cultivo de uva de mesa en Cañete – Lima?	- Determinar la efectividad de *Bacillus subtilis* sobre el control del oídium "*Uncinula necator*" en el cultivo de uva bajo condiciones de Cañete, Lima. - Evaluar las dosis de *Bacillus subtilis* sobre la incidencia y severidad del oídium en el cultivo de uva bajo condiciones de Cañete, Lima. - Evaluar el rendimiento del cultivo de uva con respecto al control biológico del oídium en Cañete – Lima.	- Existe diferencias significativas entre los biocontroladores en base de Bacillus subtilis en la efectividad de sobre el control del oídium "*Uncinula necator*" en el cultivo de uva bajo condiciones de Cañete, Lima. - Existe diferencias entre las dosis de Bacillus subtilis sobre la influencia en el control la incidencia y severidad del oídium en el cultivo de uva bajo condiciones de Cañete, Lima. - Existe diferencias significativas en el rendimiento del cultivo de uva de mesa con respecto al control biológico de *Uncinula necator* en Cañete – Lima.	**VARIABLE INDEPENDIENTE (X):** **BIOCONTROLADORES (T):** - T_1: Testigo sin aplicación. - T_2: *Bacillus subtilis*, cepa QST 713 (Serenade) a dosis 200 cc. - T_3: *Bacillus subtilis*, cepa QST 713 (Serenade) a dosis de 300cc. - T_4: Trifloxystrobin y Tebuconazole (Nativo 75WP). **VARIABLE DEPENDIENTE (Y):** **EVALUACIÓN DEL DESARROLLO DE LA ENFERMEDAD.** - Severidad de los síntomas en hojas y racimos - Incidencia de la enfermedad (%)en hojas y racimos. - Porcentaje de eficacia de control en hojas y racimos. - Rendimiento (ton/ha^{-1})	El presente trabajo por su naturaleza, es una de investigación experimental, transversal y por su alcance será correlacional. Por lo tanto se utilizará el método comparativo, asimismo el método estadístico para cumplir con los objetivos de la investigación y comprobar las hipótesis propuestas.

Tabla 20

Ficha de evaluación

TRATAMIENTO	REPETICION (BLOQUES)	N° PLANTA	Síntomas y signos de *U. unicator* en la floración	Síntomas y signos del *U. unicator* en la frutificación	Síntomas y signos del *U. unicator* en la cosecha
1	I	1 2 3 4 …			
2	I	1 2 3 4 …			
3	I	1 2 3 4 …			
4	I	1 2 3 4 …			
5	I	1 2 3 4 …			
….	…..				
5	I	1 2 3 4 …			

Tabla 21.

Incidencia en hojas

Tratamientos	**Bloques**				**Total**	**promedio**
	I	II	III	IV		
T1: Testigo sin aplicación	100	100	100	100	400	100,00
T2: Bacillus subtilis, cepa QST 713 (Serenade) a dosis 200 cc	40	50	50	40	180	45,00
T3: Bacillus subtilis, cepa QST 713 (Serenade) a dosis de 300cc	10	10	20	10	50	12,50
T4: Trifloxystrobin y Tebuconazole (Nativo 75WP)	30	40	40	40	150	37,50
TOTAL	180	200	210	190	780	**48,75**

Tabla 22.

Incidencia en racimos

Tratamientos	Bloques				Total	**promedio**
	I	II	III	IV		
T1: Testigo sin aplicación	100	100	100	100	400	100,00
T2: Bacillus subtilis, cepa QST 713 (Serenade) a dosis 200 cc	50	30	30	40	150	37,50
T3: Bacillus subtilis, cepa QST 713 (Serenade) a dosis de 300cc	10	10	20	20	60	15,00
T4: Trifloxystrobin y Tebuconazole (Nativo 75WP)	30	30	30	50	140	35,00
TOTAL	190	170	180	210	750	46,88

Tabla 23

Severidad en hojas

Tratamientos	**Bloques**				**Total**	**Promedio**
	I	**II**	**III**	**IV**		
T1: Testigo sin aplicación	10	9	10	10	39	9,75
T2: Bacillus subtilis, cepa QST 713 (Serenade) a dosis 200 cc	6	6	5	4	21	5,25
T3: Bacillus subtilis, cepa QST 713 (Serenade) a dosis de 300cc	2	3	3	3	11	2,75
T4: Trifloxystrobin y Tebuconazole (Nativo 75WP)	6	5	4	5	20	5,00
TOTAL	24	23	22	22	91	**5,69**

Tabla 24

Severidad en racimos

Tratamientos	Bloques				Total	promedio
	I	II	III	IV		
T1: Testigo sin aplicación	10	9	10	10	39	9,75
T2: Bacillus subtilis, cepa QST 713 (Serenade) a dosis 200 cc	7	6	6	5	24	6,00
T3: Bacillus subtilis, cepa QST 713 (Serenade) a dosis de 300cc	2	2	2	1	7	1,75
T4: Trifloxystrobin y Tebuconazole (Nativo 75WP)	6	5	5	6	22	5,50
TOTAL	25	22	23	22	92	**5,75**

Tabla 25

Eficacia de control en hojas

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
T1: Testigo sin aplicación	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T2: Bacillus subtilis, cepa QST 713 (Serenade) a dosis 200 cc	40,00	33,33	50,00	60,00	183,33	45,83
T3: Bacillus subtilis, cepa QST 713 (Serenade) a dosis de 300cc	80,00	66,67	70,00	70,00	286,67	71,67
T4: Trifloxystrobin y Tebuconazole (Nativo 75WP)	40,00	44,44	60,00	50,00	194,44	48,61
TOTAL	160,00	144,44	180,00	180,00	664,44	**41,53**

Tabla 26

Eficacia de control en racimos (%)

Tratamientos	Bloques				Total	promedio
	I	II	III	IV		
T1: Testigo sin aplicación	0,00	0,00	0,00	0,00	0.00	0,00
T2: Bacillus subtilis, cepa QST 713 (Serenade) a dosis 200 cc	30,00	33,33	40,00	50,00	153,33	38,33
T3: Bacillus subtilis, cepa QST 713 (Serenade) a dosis de 300cc	80,00	77,78	80,00	90,00	327,78	81,94
T4: Trifloxystrobin y Tebuconazole (Nativo 75WP)	40,00	44,44	50,00	40,00	174,44	43,61
TOTAL	150,00	155,56	170,00	180,00	655,56	**40,97**

Tabla 27

Rendimiento (t ha-1)

Tratamientos	Bloques				Total	promedio
	I	II	III	IV		
T1: Testigo sin aplicación	9	11	11	10	41	10,01
T2: Bacillus subtilis, cepa QST 713 (Serenade) a dosis 200 cc	19	21	18	23	81	20,01
T3: Bacillus subtilis, cepa QST 713 (Serenade) a dosis de 300cc	25	27	25	30	107	25,11
T4: Trifloxystrobin y Tebuconazole (Nativo 75WP)	23	20	22	25	90	2,.5
TOTAL	76	79	76	88	319	**73,02**

Figura 7. **Imágenes de los trabajos realizados en la parcela del cultivo de vid**

T1