

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



“Control biológico de *Sclerotinia sclerotiorum* con *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* en alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Imperial Star en cañete”

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

MIGUEL ANGEL CHACCARA REYNA

HUACHO-PERÚ

2021

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

“Control biológico de *Sclerotinia sclerotiorum* con *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* en alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Imperial Star en cañete”

Sustentado y aprobado ante el Jurado evaluador

Dr. Palomares Anselmo, Edison Goethe
Presidente

Dr. Luis Olivas, Dionicio Belisario
Secretario

Dr. Sánchez Calle, Marco Tulio
Vocal

Dra. Utia Pinedo, María del Rosario
Asesor

HUACHO-PERU

2021

INDICE

Carátula	1
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	2
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1. Problema General	3
1.2.2. Problemas Específicos	3
1.3. Objetivos de la investigación	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Justificación de la investigación	5
1.5 Delimitación del estudio	6
Capítulo II: MARCO TEORICO	7
2.1 Antecedentes de la investigación	7
2.2 Bases teóricas	8
2.2.1. Origen	10
2.2.2 Aspectos botánicos	12
2.2.3 Periodo vegetativo	15
2.2.4 Características climáticas	18
2.2.5 Características Edáficos	19
2.2.6 <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Mont.) de Bary	21
2.2.7 Métodos para el control de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	25
2.2.8 Control biológico con <i>Trichoderma harzianum</i>	27
2.2.9 Control biológico con <i>Bacillus subtilis</i>	17
2.3 Definiciones conceptuales	29
2.4 Formulación de hipótesis	30
2.4.1. Hipótesis general	30
2.4.2. Hipótesis específicas	30
Capítulo III: METODOLOGIA	31
3.1 Lugar de ejecución	
31 3.2 Diseño metodológico	31
3.2.1 Tipo	31
3.2.2 Enfoque	31
3.3 Población y muestra	31

3.4 Operacionalización de variables e indicadores	32
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	35
3.5.1 Técnicas a emplear	35
3.5.2 Descripción de los instrumentos	38
3.5. Técnicas para el procesamiento de la información	38
CAPITULO IV. RESULTADOS	39
CAPÍTULO V. DISCUSIONES	52
CAPÍTULO VI. CONCLUSION Y RECOMENDACIÓN	52
CAPÍTULO VI: FUENTES DE INFORMACION	60
ANEXO	63

Control biológico de *Sclerotinia sclerotiorum* con *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* en alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Imperial Star en Cañete

RESUMEN

Objetivo: Determinar el efecto causara la dosis y la aplicación de *T.harzianum* y *B. subtilis* sobre el control de *S.sclerotiorum* en el cultivo de alcachofa var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete. **Métodos:** Se usó el diseño de bloques completamente al azar y para la comparación de medias se usó la prueba de Tukey al 5%. Se evaluó dos productos biológicos (Tricho-D y Serenade), un fungicida químico (Cantus 500 WG) y un testigo, haciendo un total de 7 tratamientos. Las variables evaluadas fueron: severidad, incidencia, eficiencia de control y rendimiento. **Resultados:** Los biocontroladores de *Bacillus subtilis* (Serenade) y de *Trichoderma harzianum* (Tricho-D) a dosis sugerida por el investigador presentaron el índice de severidad más baja con 0,25 y 0.75. Asimismo, registraron el porcentaje de incidencia más baja con 10,00 y 12,50%, logrando disminuir el porcentaje de plantas infectadas por *S.sclerotiorum* en alcachofa. Asimismo Serenade a dosis sugerida por el investigador (3,0 Lt/ha) obtuvo el mayor rendimiento de capítulos con 25,9 t/ha en alcachofa. **Conclusión:** La aplicación de los biocontroladores *Trichoderma harzianum* (Tricho-D) y *Bacillus subtilis* (Serenade) a dosis sugerida por el investigador obtuvo un efecto antagónico ante *S.sclerotiorum* logrando un control efectivo en alcachofa var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.

Palabras claves: Alcachofa, antagónico, control, incidencia, severidad, rendimiento.

ABSTRACT

Objective: To determine the effect caused by the dose and the application of *T. harzianum* and *B. subtilis* on the control of *S. sclerotiorum* in the cultivation of artichoke var. Imperial Star under the conditions of Cañete. **Methods:** The completely randomized block design was used and the 5% Tukey test was used for the comparison of means. Two biological products (Tricho-D and Serenade), a chemical fungicide (Cantus 500 WG) and a control were evaluated, making a total of 7 treatments. The variables evaluated were: severity, incidence, control efficiency and performance. **Results:** The biocontrollers of *Bacillus subtilis* (Serenade) and *Trichoderma harzianum* (Tricho-D) at doses suggested by the researcher presented the lowest severity index with 0.25 and 0.75. Likewise, they registered the lowest incidence percentage with 10.00 and 12.50%, managing to reduce the percentage of plants infected by *S. sclerotiorum* in artichoke. Likewise, Serenade at the dose suggested by the researcher (3.0 Lt/ha) obtained the highest crop yield with 25.9 t/ha in artichoke. **Conclusion:** The application of the biocontrollers *Trichoderma harzianum* (Tricho-D) and *Bacillus subtilis* (Serenade) at the dose suggested by the researcher obtained an antagonistic effect against *S. sclerotiorum*, achieving an effective control in artichoke var. Imperial Star under the conditions of Cañete.

Keywords: Artichoke, antagonistic, control, incidence, severity, performance.

INTRODUCCIÓN

La alcachofa (*Cynara scolymus* L.), es una hortaliza importante a nivel nacional, así también en el mercado internacional. Se le considera un producto beneficioso debido a sus características benéficas para la salud, con alto valor energético, además contiene ácido fólico y vitaminas A, B y C, cabe resaltar que tiene la capacidad de mantener estas características cuando está envasado o en conserva (De La Torre, 2014). El Perú es uno de los países que exportan esta hortaliza incluso ha llegado a ser el tercer mayor exportador mundial, donde la mayor concentración de sus exportaciones se da con la producción de la costa donde existe aproximadamente 65% en la Costa y 35% en la Sierra (De La Torre, 2014).

El distrito Imperial provincia de Cañete es una zona donde se produce alcachofa debido a sus condiciones ambientales apropiadas para una alta producción, sin embargo, la producción esta zonas se ha registrado susceptibilidad a la esclerotiniosis, enfermedad causado por el hongo *Sclerotinia sclerotiorum*, y puede matar a las plantas de alcachofa si no se realiza un control respectivo (Tarazona, 2009).

Sclerotinia sclerotiorum es un patógeno importante de muchos cultivos de hortalizas económicamente importantes en todo el mundo. Las plantas pueden infectarse en cualquier etapa de su desarrollo. El patógeno sobrevive en los cultivos como esclerocios en el suelo o como micelio en restos de plantas infectadas (Živković et al., 2016).

El control que mayormente se realiza es el control químico, el cual los agricultores realizan aplicaciones de fungicidas químicos sin tomar criterios, por el cual usan un exceso del producto químico y este en consecuencia pelagra la salud de los agricultores como del consumidor y por ende pelagra el medio ambiente. Por lo tanto, una opción más sustentable es el control biológico el cual implica el uso de microorganismos no patógenos de origen natural que pueden reducir la actividad de los patógenos de las plantas y, por lo tanto, suprimir las enfermedades y mejora el rendimiento del cultivo (Ashwini y Srividya, 2014). El control biológico de los patógenos fúngicos involucra varios modos de acción, el más estudiado es el micoparasitismo, la competencia y la antibiosis (Elad, 2000). Es por ello que el control biológico de *Sclerotinia sclerotiorum* es de suma importancia para la producción de alcachofa en Cañete, por lo tanto, es necesario evaluar los biocontroladores *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* en el control de *Sclerotinia sclerotiorum* en Cañete.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El hongo que afecta a la alcachofa es el *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary, agente causal de las enfermedades de la pudrición blanca del tallo y la fruta en una amplia variedad de cultivos, incluida la alcachofa, el control de este patógeno mediante el uso de métodos comerciales de manejo de enfermedades es extremadamente difícil (Tozlu et al., 2016). Abdullah et al. (2008) menciona que la supervivencia de *Sclerotinia sclerotiorum* en gran medida depende de la producción y viabilidad de esclerocios. La reducción en la producción de esclerocios es esencial en el control del patógeno.

Teniendo en cuenta que los patógenos son la principal amenaza para la productividad agrícola rentable, actualmente, se piensa que los pesticidas a base de químicos son una medida de manejo agrícola efectiva y confiable para controlar las plagas, pero son una amenaza potencial para el medio ambiente, por lo tanto, el uso de agentes de control biológico para el manejo de patógenos de plantas se considera una estrategia más segura y sostenible para una productividad agrícola segura y rentable (Shafi et al., 2017).

Por lo que los agentes de control biológico tienen un bajo impacto en el medio ambiente, no tienen residualidad tóxica en los productos cosechados agrícola. Además, son compatibles con fungicidas químicos y otras medidas de control alternativas, sin embargo, la clave para obtener éxito como biofungicidas, es primero que se haya desarrollados a partir de cepas y que estas tengan la capacidad antagónica con los fitopatógenos y el ambiente sea favorables para el crecimiento y desarrollo de estas cepas (Marques et al., 2016).

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿Qué efecto causará la dosis y la aplicación de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* sobre el control de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary en el cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete?

1.2.2 Problemas Específicos

¿Cuál será el efecto de las diferentes dosis de *Trichoderma harzianum* y de *Bacillus subtilis* con respecto a la severidad e incidencia de *Sclerotinia sclerotiorum* en alcachofa var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete?

¿Cuál es la eficiencia de las diferentes dosis de *Trichoderma harzianum* y de *Bacillus subtilis* sobre *Sclerotinia sclerotiorum* en el cultivo de alcachofa var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete?

¿Cuál será el efecto de la interacción de los productos biológicos y el producto químico sobre el control *Sclerotinia sclerotiorum* con respecto al rendimiento del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar el efecto causara la dosis y la aplicación de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* sobre el control de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary en el cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.

1.3.2 Objetivo específico

Determinar el efecto de las diferentes dosis de *Trichoderma harzianum* y de *Bacillus subtilis* con respecto a la severidad e incidencia de *Sclerotinia sclerotiorum* en alcachofa var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.

Evaluar la eficiencia de las diferentes dosis de *Trichoderma harzianum* y de *Bacillus subtilis* sobre *Sclerotinia sclerotiorum* en el cultivo de alcachofa var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.

Determinar efecto de la interacción de los productos biológicos y el producto químico sobre el control *Sclerotinia sclerotiorum* con respecto al rendimiento del cultivo de alcachofa var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.

1.4 Justificación de la investigación

Teniendo en cuenta que los patógenos son la principal amenaza para la productividad agrícola rentable, actualmente, se piensa que los pesticidas a base de químicos son una medida de manejo agrícola efectiva y confiable para controlar las plagas, pero son una amenaza potencial para el medio ambiente, por lo tanto, el uso de agentes de control biológico para el manejo de patógenos de plantas se considera una estrategia más segura y sostenible para una productividad agrícola segura y rentable (Shafi et al., 2017). El uso de agentes de control biológico es una estrategia importante para el manejo integrado de las enfermedades fúngicas en muchas especies de especies económicamente importantes, se demostró que las cepas de *Bacillus spp* podrían suprimir varias enfermedades transmitidas por el suelo, ya que su eficacia se asocia con sus propiedades antagónicas y la competitividad en la rizósfera (incluso a través de la esporulación) (Grosu et al., 2015). Entre ellos tenemos el *Bacillus subtilis* el cual es un agente de control biológico por su capacidad antagónica en los fitopatógenos y además permite una mayor absorción de nutrientes a la planta, mejorando su producción, otro de los agentes comerciales de biocontrol más estudiados es el *Trichoderma harzianum*, tiene el potencial de degradar los polímeros de la pared celular, como la quitina (Elad, 2000).

1.5 Delimitaciones del estudio

La investigación se realizó en el predio “El Tejado” ubicado en el distrito Imperial provincia de Cañete del departamento de Lima. Entre los meses de febrero a septiembre del 2019.

1.6 Viabilidad del estudio

El análisis y determinación de la presente tesis es viable debido a que se dispuso de recursos económicos para realizar el proyecto, gracias a la ayuda de los agricultores que se dedican a la producción de alcachofa, en cuanto a los recursos humanos, se contó con la disponibilidad de agricultores, y del tesista en cuanto a la instalación del cultivo y sus respectivo manejo y control cumpliendo así los objetivos propuestos.

CAPÍTULO II. MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Abdullah et al. (2008) quienes evaluando *Trichoderma harzianum* y *Bacillus amyloliquefaciens* en in vitro e in vivo como posibles agentes de control biológico contra *S. sclerotiorum*, demostraron que *T. harzianum* y *Bacillus amyloliquefaciens* inhiben el crecimiento de micelios y producción de esclerocios, además, exhiben micoparasitismo y antibiosis, respectivamente, asimismo, estos los investigadores mencionan que los biocontroladores protegieron más del 80% de las plántulas de tomate, calabaza y berenjena inoculadas con *S. sclerotiorum*, por lo que la eficacia de *T. harzianum* y *Bacillus amyloliquefaciens* en comparación con dos productos comerciales (Plant Shield y Soil Gard) en el control de *S. sclerotiorum* fueron similares.

Chen et al. (2014) indican que el efecto inhibitorio de una cepa bacteriana endofítica de *Bacillus subtilis* (cepa EDR4) sobre la germinación esclerotial y el crecimiento hifal de *S. sclerotiorum*, mencionando que la solución de filtrado libre de células y la suspensión celular de la cepa EDR4 se rociaron en hojas de colza y tallos un día antes, al mismo tiempo y un día después de la inoculación en los experimentos en invernadero, demuestra que la mejor eficacia de control biológico se logra pulverizando la solución de filtrado libre de células o la suspensión celular al mismo tiempo que la inoculación. En los ensayos de campo, la eficacia de dos aplicaciones de la suspensión de células EDR4 en la etapa de floración inicial y la de floración completa fue la mejor. El tratamiento bacteriano causó que el citoplasma hifal se desintegre; se reduzca la biomasa hifal; la formación de cojines de infección se retrasó; y la infección se suprimió después de rociar el cultivo bacteriano en hojas de colza. Los resultados mostraron que la cepa bacteriana EDR4 podría usarse para controlar la pudrición del tallo de la colza.

Singh (1991) en su evaluación sobre el biocontrol de *Trichoderma harzianum* sobre *S. sclerotiorum*, encontró que *Trichoderma harzianum* parasitaba el micelio y los esclerocios del hongo *S. sclerotiorum* y destruyó los esclerocios en 15 días, además, reporta que *Trichothecium roseum* da un 100% de inhibición de la germinación esclerotial, la aplicación del cultivo de salvado de trigo de *T. harzianum* en condiciones de campo dio un control significativo de la enfermedad más un aumento del rendimiento. La preparación micelial de *T. harzianum* fue más efectiva en comparación con la preparación de esporas.

Živković et al. (2016) en su estudio sobre el efecto antagonista de *Trichoderma harzianum* and *Bacillus sp.* sobre el hongo *Sclerotinia sclerotiorum* en lechuga, demuestran que *Trichoderma harzianum* (DSM 63059) y tres agentes de control biológico bacterianos: *Bacillus sp.* como filtrado de cultivo libre de células de las cepas SS 12.6, SS 13.1 y SS 51.1 mostraron el mayor potencial para controlar *S. sclerotiorum*.

Tozlu et al. (2016) mencionan que el control biológico de *Sclerotinia sclerotiorum*, por algunas bacterias este estudio se realizó para desarrollar un método de control alternativo y eficaz para las enfermedades mediante el uso de bacterias de control biológico - *Bacillus subtilis* (cepas TV-6F, TV-17C, TV-12H, BA-140 y EK-7), *Bacillus megaterium* (cepas TV-103B), y *Bacillus pumilus* (cepas RK-103) en ensayos de placa de Petri en col roja en ensayos. En las placas de Petri, todas las cepas bacterianas probadas mostraron una zona de inhibición contra el hongo patógeno que oscila entre 15.00 y 26.50 mm. Se muestra porcentajes de índice de inhibición y la longitud de la lesión oscilaron entre 42.64–79.41% y 0.02–4.50 cm en los ensayos en maceta, respectivamente. Además, los investigadores indicaron que especialmente las cepas TV-17C, TV-12H y TV-6F de *B. subtilis* se pueden usar como agente de control biológico de *S. sclerotiorum* en la producción de col roja.

Tarazona (2009) realizó un ensayo experimental en La Molina bajo condiciones de laboratorio e invernadero, con la finalidad de evaluar la eficacia del control biológico y químico de *Sclerotinia sclerotiorum* en alcachofa, En la prueba in vitro los productos químicos que inhibieron al 100% el crecimiento micelial (cm) de *S. sclerotiorum* al séptimo día de evaluación fueron: carbendazim 1 L/ha (Fordazim 5 FW), iprodione 2 Kg/ha (Rovral 50% PM), boscalid 1 Kg/ha (Cantus 500 WG). El clorotalonil 3 L/ha (Clortosip L 500) inhibió 97,5% y el sulfato de cobre pentahidratado 2 L/ha (Phyton-27) 59,5%. Entre los productos biológicos, el *Bacillus subtilis* 3 L/ha (Serenade) inhibió al 100% y *Trichoderma harzianum* 0,3 Kg/ha (Tricho-D) 33,3%. En la fase de invernadero, los tratamientos que presentaron la menor incidencia de plantas infectadas fueron: boscalid (0,0%), iprodione (10%), *T. harzianum* (15%), carbendazim (15%), clorotalonil (20%), *B. subtilis* (22,5%) y sulfato de cobre pentahidratado (22,5%). El testigo presentó el 100% de las plantas infectadas. El AUDPC de los tratamientos en los cuales se aplicó un control, estadísticamente no presentaron diferencias significativas entre ellos, pero si todos con el tratamiento testigo.

2.2 Bases teóricas

2.2.1. Origen

La alcachofa (*Cynara scolymus* L.) es un cultivo que tiene su origen en la Cuenca Mediterránea, donde ya era muy apreciada por los egipcios y romanos. En aquellos tiempos de esta planta solo se comían los tallos. Las primeras variedades comestibles de alcachofa se obtuvieron por el procedimiento de selección de la alcachofera silvestre, procedente del Este de África, obteniendo así variedades más apetecibles, menos amargas y con características físicas muy diversas, hoy en día existen diferentes variedades de alcachofa con peculiaridades culinarias (Cornelles et al., 2012).

2.2.2 Aspectos botánicos

2.2.2.1 Taxonomía

Terranova (2010) señala la siguiente clasificación botánica:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asterales

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: *Cynara*

Especie: *scolymus*

Nombre científico: *Cynara scolymus* L.

2.2.2.2 Morfología

La alcachofa es una hortaliza cuyo cultivo en forma de cardos es una planta perenne y vivaz con raíz tuberosa. En su primer año produce una roseta de grandes hojas con hasta un metro de longitud y 0,6 m de ancho que están profundamente divididas. En el segundo año, del centro de la roseta sale un largo tallo acanalado de hasta 150 cm de altura que se ramifica en su parte superior. Sus capítulos florales son los que producen las alcachofas y tienen grandes flores de color violeta, que están envueltas en brácteas ovales, carnosas y puntiagudas (Estrella y Criollo, 2013).

2.2.2.3 Sistema radicular

El sistema radicular es ramificado. En costa y sierra central del Perú, se ha observado que la raíz principal alcanza hasta 1.2 m de profundidad y las raíces secundarias cubren una circunferencia de 0.5 m a 0.6 m de diámetro y sirven como un órgano de almacenamiento (De La Torre, 2014). Extraordinariamente potente, que le permite adaptarse a una extensa gama de suelos, aunque se recomienda realizar el cultivo en suelos profundos, arenosos, fértiles y bien drenados. Se inserta en un rizoma muy desarrollado, en el que se acumulan las reservas alimenticias que elabora la planta para subsistir (Estrella y Criollo, 2013).

La raíz es carnosa y turgente y su forma varía según el tipo de planta. En las variedades semiperennes que se reproducen por hijuelos y son la mayoría en el mundo tiende a ser fasciculada y relativamente superficial al principio, alcanzando gran desarrollo con el tiempo; en cambio en las variedades de semilla es más pivotante aunque de menor tamaño. En ambos casos se forma en el cuello una especie de corona o rizoma, del que nacen bubones o hijuelos en número variable según la variedad y edad de la planta, que se emplean para instalar nuevos campos. También la corona y raíces de las plantas que han cumplido su vida productiva suelen dividirse para obtener esquejes, que igualmente sirven como material de propagación (Robles, 2001).

2.2.2.5 Hoja

Las hojas son largas llegan a medir más de 1.0 m de largo con 0.3 m de ancho, con bordes lobulados y aserrados, de nervaduras pinnatinervadas y pecíolos que se unen en vaina al tallo de color grisáceo en la cara superior, vellosa en la inferior y de nervadura central gruesa (De La Torre, 2014). Debido a su gran superficie foliar la alcachofa es una planta con elevado índice de transpiración y por consiguiente bastante sensible a la falta de agua. En nuestro medio es común que en la temporada de otoño-invierno las plantas de las variedades perennes alcancen 1,60 m de diámetro y hasta 1,50 m de altura. Por esta razón el tamaño de las hojas determina en parte el marco de plantación, pues si el distanciamiento es corto, al entrecruzarse pueden crear un microclima favorable a enfermedades foliares cuando el clima es húmedo, o se pisan y maltratan al momento de hacer labores culturales y cosecha, obligando a podas. Si en cambio es grande, se pierde la oportunidad de lograr buenos rendimientos (Robles, 2001).

2.2.2.3 Tallo

El tallo es erguido, grueso son erguidos, gruesos, ramificados y acanalados longitudinalmente, su presencia no es notoria hasta el inicio de la floración, sin embargo al microscopio se puede observar su diferenciación entre las cuatro y las seis semanas después del trasplante, luego de lo cual empieza su crecimiento aéreo alcanzando de 1.20 m a 1.80 m de altura dependiendo de las características genéticas de la planta (Baroja y Benitez, 2008).

2.2.2.3 Flor

Alrededor de los tres meses de plantada y luego de formar un cierto número de hojas la planta forma la primera cabezuela botánicamente una inflorescencia o capítulo que es levantada por un tallo floral o pedúnculo erguido y carnoso, de rápido crecimiento, color más claro que las hojas y de superficie acanalada. En él se insertan en forma espaciada unas hojuelas mucho más pequeñas y delgadas que las de la roseta, de cuyas axilas salen ramificaciones que dan lugar a capítulos secundarios y luego terciarios, siendo los primeros de tamaño tan grande como el apical, pero los siguientes van desarrollando menos. Los capítulos florales constituyen la parte comercial de la planta y tienen brácteas carnosas que se traslapan y protegen los numerosos flósculos o flores en formación de 700 a 1,400 que son las “espinitas” que se asientan en lo que conocemos por “fondo”. Al madurar la alcachofa las brácteas se abren totalmente y se hacen visibles las flores, que son de forma tubular filamentosa y de color violeta azulado muy intenso, de gran atracción para las abejas. Cada flor fecundada produce un fruto de tipo aquenio, que en su interior contiene una semilla de color grisáceo, tegumento duro y forma parecida a las del girasol, pero de tamaño relativamente pequeño, habiendo entre 24,000 y 26,000 semillas por kilo (Robles, 2001).

Las Flores la alcachofa, pertenece a la familia asteraceae cuya característica principal es la de presentar las flores agrupadas a manera de inflorescencia denominada capítulo o cabezuela. La inflorescencia, siempre se produce en el extremo de los tallos principales o secundarios. Las flores son sésiles y de color azulado o violáceo, se insertan en el receptáculo o disco floral, rodeado por una serie de brácteas carnosas, que se abren cuando el capítulo se madura. La parte comestible de la alcachofa en este capítulo es el receptáculo y parte de las brácteas tiernas o jóvenes asentadas en él (De La Torre, 2014).

2.2.2.4 Fruto

Las alcachofas en realidad son las yemas floreales, es decir las flores a medio formar que se comen cuando están tiernas. Dentro del género de *Cynara* existen dos representantes que se utilizan para alimentación: las alcachoferas y los cardos, cuyas hojas tiernas y tallos son los que se aprovechan para comer. Su coloración verde de gran vistosidad y su apariencia, nos dicen que se trata de una hortaliza bastante singular, atractiva tanto de manera externa como interna ya que su contenido muy nutritivo permite a quien la consume aprovechar al máximo de su sabor y sus propiedades preventivas y curativas, las bondades a la salud del consumidor son solamente uno más de sus beneficios. Muchas personas a nivel local desconocen todavía la forma o el sabor de la alcachofa, inclusive hasta ignoran que existe, ya que ideas erradas que se han formado (precios altos, mal sabor, entre otras) han creado conceptos equivocados de esta (Estrella y Criollo, 2013).

2.2.3 Propagación

Cuando las plantaciones se hacen a partir de semillas necesariamente hay que hacer almácigos. En este caso lo recomendable es encargarlos a empresas especializadas en ellos, que bajo protección ambiental y utilizando bandejas alveoladas con sustratos, fertilización, riegos y protección fitosanitaria adecuados, logran altos porcentajes de germinación, las plántulas (plantines o seedlings) crecen en forma uniforme y están listas en 36 días en época de calor y 49 en la fría; durante los cuales se puede usar el terreno definitivo en otros cultivos (Robles, 2001).

El mayor costo de este método se ve compensado por sus ventajas y puede carecer de significación en el caso de variedades cuya vida productiva se prolonga por varios años. En la alcachofa el porcentaje de germinación de las semillas está muy ligado a las condiciones del clima bajo las que se desarrolló la planta madre, siendo difícil obtener más de 80% en las que se consideran buenas por haber ocurrido una adecuada vernalización. La germinación se produce alrededor del séptimo día en almácigos protegidos y al décimo o algo más si está a la intemperie. Las siembras directas no son recomendables porque se producen numerosas fallas y la plantación resulta desuniforme en sus primeros estados de desarrollo (Robles, 2001).

La forma más común de propagación para establecer el cultivo de alcachofa es por hijuelos o tocones (trozo de raíz con corona y tallo). Los hijuelos son brotes nuevos que se originan a partir de yemas del tallo principal de la planta, y que desarrollan su propio sistema radicular. Para su propagación los hijuelos se cortan con algo de raíz, labor que se conoce como deshijadura y se realiza inmediatamente antes de plantarlos. Los hijuelos se separan de la planta madre haciendo un corte en diagonal, además se corta el follaje de 15 a 20 cm de largo para reducir la transpiración de la planta (INIA, 2011).

Posteriormente los hijuelos se seleccionan, dejando solo aquellos que presentan raíces y estén sanos. La propagación por tocones consiste en extraer el rizoma en estado de reposo después de la cosecha y maduración de la planta. La reproducción por semilla es un procedimiento poco utilizado para el cultivo comercial. Sin embargo, en los últimos años han aparecido variedades de alcachofa cultivadas a partir de semilla (INIA, 2011).

2.2.3 Periodo vegetativo

La alcachofa es una planta vivaz (cuando termina su ciclo de floración y las semillas están maduras, las hojas y tallos mueren, pero las raíces y corona permanecen vivas en latencia) que brota todos los años. Su crecimiento y producción están en función del clima y la variedad, paralizándose cuando las temperaturas son muy bajas o muy altas. Desde el punto de vista agronómico, en el ciclo del cultivo se distinguen las siguientes fases fenológicas: fase de crecimiento de la planta, con formación de una abundante roseta de hojas de color verde claro, estado de branquiblasto, y fase de diferenciación floral, con formación y alargamiento de un tallo florígeno que se remata en un capítulo (Maroto, 2002).

El periodo de cosecha varía de acuerdo a la altitud y el sistema de transplante, del semillero al transplante transcurre 45 días y del transplante a la primera producción son de 120 a 160 días. La cosecha tiene una duración aproximada de 60 días, un 25% de la producción en el primer mes, 50% en el segundo mes y 25% en el tercer mes. Luego de la primera producción se presentan dos ciclos de cosecha por año. Es muy importante el índice de madurez para la recolección, dependiendo del uso posterior que se dará al fruto (Baroja y Benitez, 2008).

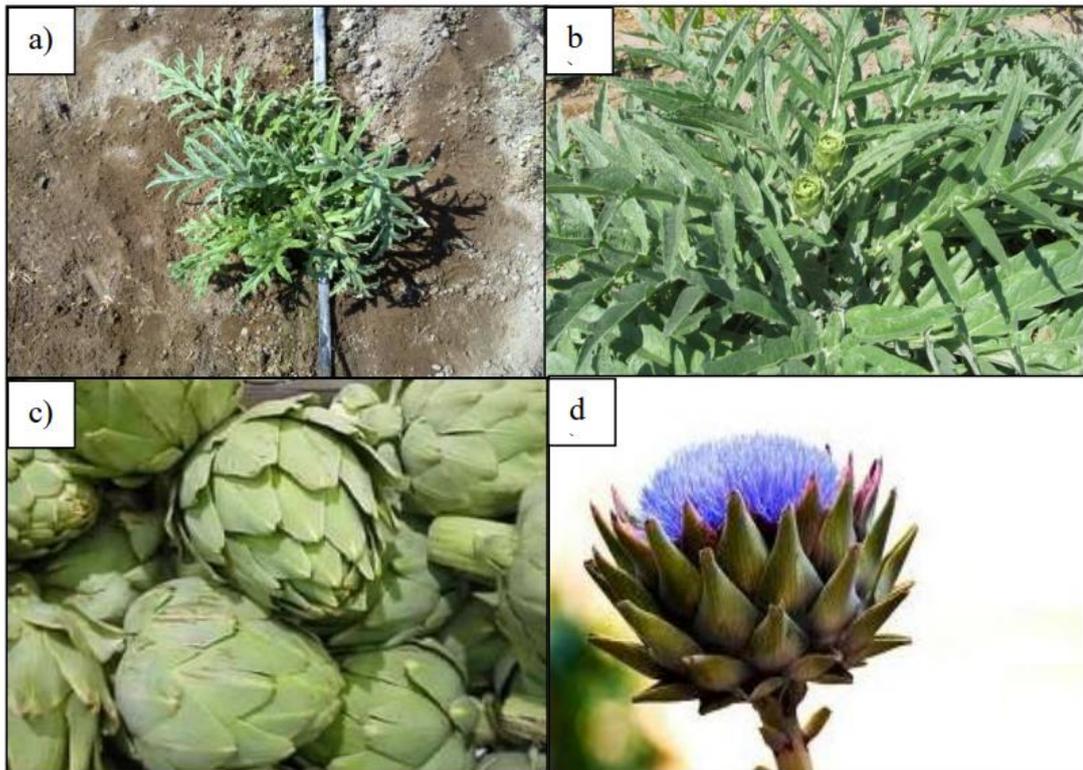


Figura 1. Estados fenológicos del cultivo de alcachofa. a) crecimiento vegetativo, b) aparición primeros botones florales, c) cabezuelas de alcachofa y d) flor de alcachofa. Fuente INIA, 2011.

2.2.4 Características climáticas

El factor que más influye en la producción de cualquier cultivo es el clima y dentro de él la radiación solar por ser la energía de la fotosíntesis, así como los rangos de temperatura. La alcachofa proviene de zonas geográficas con climas de temperaturas moderadas, aunque con inviernos más crudos que los nuestros y exige cierto nivel de humedad atmosférica para evitar la apertura de los capítulos y la fibrosidad de sus brácteas. Acepta límites térmicos de 7°C en invierno y 29°C en verano, pero encuentra su mejor hábitat cuando las temperaturas medias se mantienen más o menos constantes alrededor de 13°C durante la estación fría y 22°C en la cálida (Robles, 2001).

Si bien la costa peruana es un invernadero natural en el que desarrolla bien el cultivo durante todo el año, en primavera y verano se excede largamente la temperatura ideal para la cosecha, lo que limita en esa época la posibilidad de lograr capítulos cerrados con los calibres que prefiere el mercado norteamericano de alcachofas frescas (Robles, 2001).

También las altas temperaturas del verano pueden afectar los capítulos pequeños destinados a proceso, por favorecer el desarrollo temprano de los flósculos, o pilosidad interna. En los valles interandinos libres de heladas y granizo, tales como Concepción en el Mantaro que es donde se concentra actualmente nuestra producción y muchos otros de Cajamarca, Ancash, Abancay o Arequipa, por citar unos ejemplos, la alcachofa podría encontrar condiciones adecuadas, aunque por factores de distancia, estado de caminos y otras carencias es probable que sea más interesante producirlas para industria. (Robles, 2001).

Para florecer la alcachofa requiere acumular cierta cantidad de frío, proceso que se denomina vernalización. Cuanto mayor sea el frío acumulado en el invierno obviamente sin pasar el límite de tolerancia del cultivo – mayor será la fuerza de la planta para lanzar brotes florales que darán capítulos grandes y apretados y más compacto será el período de producción. La vernalización se cumple normalmente en las zonas andinas, pero no suficientemente bajo las condiciones del suave clima marítimo de los valles costeros, en los que el período de floración y producción se dilata más que en la sierra por la razón expresada. (Robles, 2001).

No obstante, la floración puede ser estimulada notablemente mediante la acción de ácido giberélico, por lo que la falta de frío no sería una limitación como lo demuestran las experiencias que se vienen realizando. Cabe añadir que la gran zona productora de alcachofas de Castroville, que para nosotros es la más interesante, tiene un clima marítimo muy parecido al de nuestra costa central, con cielos nublados, garúas y alta humedad atmosférica, pero con más frío en el invierno (Robles, 2001).

El proceso de producción de alcachofa el aspecto de temperatura constituye uno de los fundamentales para el éxito del mismo, la alcachofa crece en temperaturas diurnas de 24°C y nocturnas de 13°C, el rango adecuado de temperatura para la cosecha oscila entre 7 a 29°C libre de heladas. En el proceso de cultivo se debe evitar que las plantas se expongan a temperaturas menores a -3,8°C, ya que esto influye directamente en el proceso de cosecha y podría arruinar toda la cosecha debido a las malas temperaturas (Estrella y Criollo, 2013).

Cuando la temperatura desciende por debajo de los 5°C, la alcachofa detiene su desarrollo. La temperatura óptima de crecimiento puede situarse alrededor de los 15°C a 18°C, aunque a temperaturas superiores a 8°C puede crecer normalmente (Gálvez, 2014).

2.2.5 Características Edáficas

La alcachofa se adapta a una amplia gama de suelos, pero los mejores rendimientos y calidad se obtienen en suelos profundos (más de 80 cm), bien drenados y de textura media, sin embargo, no soporta el exceso de humedad del suelo, pero puede adaptarse a suelos con pH moderadamente básicos, así como tolerar suelos con pH alcalino (8.5). Es una planta moderadamente resistente a la salinidad (Zapata, 2014).

A. Agua

La alcachofa requiere una adecuada disponibilidad de agua principalmente durante el crecimiento vegetativo, formación de yemas y maduración de cabezuelas florales. Por lo que la falta de ésta trae como consecuencia plantas pequeñas en vigor y desarrollo. En caso que la escasez se presente durante la formación de yemas, se promoverá la formación de cabezuelas de inferior calidad. La mayor demanda hídrica se presenta al final de la etapa de crecimiento vegetativo e inicio de la formación de la inflorescencia (Nicho y Catarona, 2002 citado por De La Torre, 2014).

2.2.6 *Sclerotinia sclerotiorum* (Mont.) de Bary

El agente causal de las enfermedades de la pudrición blanca del tallo y la fruta en una amplia variedad de cultivos, incluida la alcachofa es el hongo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary, el control de este patógeno mediante el uso de métodos comerciales de manejo de enfermedades es extremadamente difícil (Tozlu et al., 2016). Las plantas pueden infectarse en cualquier etapa de su desarrollo. El patógeno sobrevive en cultivos como esclerocios en el suelo o como micelio en restos de plantas infectadas (Živković et al., 2016)

La supervivencia de *Sclerotinia sclerotiorum*, en gran medida, depende de la producción y viabilidad de esclerocios. La reducción en la producción de esclerocios es esencial en el control del patógeno (Abdullah et al., 2008). Es esencial controlar las enfermedades de las plantas para la producción de calidad y abundancia de alimentos, piensos y fibra para mantener una población mundial saludable y en rápido crecimiento. Se pueden adoptar diferentes tipos de estrategias de manejo de enfermedades de plantas para el manejo o erradicación de enfermedades de plantas (Shafi et al., 2017).

La mayoría de los agricultores del mundo a menudo dependen de pesticidas y fertilizantes químicos para obtener una producción agrícola generosa. Durante los últimos siglos, los productos agroquímicos han desempeñado un papel muy importante para mejorar la calidad y cantidad de los cultivos. Sin embargo, durante los últimos años, ha habido un cambio en la actitud de las personas hacia los fertilizantes y pesticidas a base de productos químicos debido a los peligros emergentes de la contaminación ambiental y los efectos residuales de los pesticidas en la salud humana y también en el ecosistema terrestre (Shafi et al., 2017).

2.2.6.1 Ciclo de vida de *Sclerotinia sclerotiorum*

Aproximadamente el 90% del ciclo de vida de *Sclerotinia* spp. se gasta en el suelo como esclerocios. En ciertas épocas del año, dependiendo de la naturaleza inherente del hongo y de varios factores ambientales, los esclerocios germinan y forman micelios que pueden infectar un huésped o formar un boticario. Las ascosporas que se desarrollan dentro del apotecio, son diseminadas por las corrientes de aire e inician la infección cuando entran en contacto con tejido susceptible. Después de una invasión completa del tejido del huésped por el micelio, se forman esclerocios (Marques et al., 2016).

2.2.6.2 Supervivencia en el suelo

Las sclerotias son las estructuras que permiten a las especies de *Sclerotinia* sobrevivir durante largos períodos de tiempo en condiciones adversas. La información sobre cuánto tiempo los esclerocios generalmente sobreviven en la naturaleza en un campo particular no está disponible fácilmente (Marques et al., 2016).

Factores que afectan la supervivencia como la temperatura y el pH del suelo parecen tener una importancia mínima para afectar la supervivencia. En nuestros estudios (P. B. Adams, no publicados) en Maryland, los esclerocios sumados a pequeñas parcelas de campo con diferentes texturas del suelo y pH, sobrevivieron bien durante los meses de invierno. Los resultados de estudios de laboratorio muestran que las temperaturas normales del suelo (10-30 C) no afectaron adversamente la supervivencia. Una temperatura constante del suelo de 35 C durante 3 semanas o más (Marques et al., 2016).

2.2.7 Manejo del control de *Sclerotinia sclerotiorum* (Mont.) de Bary

Los pesticidas a base de químicos son una medida de manejo agrícola efectiva y confiable para controlar las plagas, pero son una amenaza potencial para el medio ambiente, por lo tanto, el uso de agentes de control biológico para el manejo de patógenos de plantas se considera una estrategia más segura y sostenible para una productividad agrícola segura y rentable, estos inductores de la resistencia sistémica y utilizados para la producción de una amplia gama de compuestos antimicrobianos (lipopéptidos, antibióticos y enzimas) y competidores para los factores de crecimiento (espacio y nutrientes) con otros microorganismos patógenos a través de la colonización (Shafi et al., 2017). El método más efectivo para el control de la esclerotiniosis, además del químico, es el cultural, el cual incluye medidas como el retiro de rastrojos, inundación del suelo antes del cultivo (para eliminar esclerotes) y evitar los riegos excesivos (Tarazona, 2009).

Particularmente en las áreas de producción sustentable, existe una gran demanda de agentes de control biológico, ya que tienen un bajo impacto en el medio ambiente, no dejan residuos tóxicos en los alimentos y son totalmente compatibles con otras medidas de control alternativas (Marques et al., 2016). El uso de agentes de control biológico es una estrategia importante para el manejo integrado de las enfermedades fúngicas en muchas especies de especies económicamente importantes. Se demostró que las cepas de *Bacillus* spp podrían suprimir varias enfermedades transmitidas por el suelo, ya que su eficacia se asocia con sus propiedades antagónicas y la competitividad en la rizosfera (Grosu et al., 2015).

El control biológico implica el uso de microorganismos no patógenos de origen natural que pueden reducir la actividad de los patógenos de las plantas y, por lo tanto, suprimir las enfermedades. Por lo tanto, el control de este patógeno mediante agentes de control biológico ayudará a mejorar el rendimiento del cultivo (Ashwini y Srividya, 2014). La selección de organismos antagónicos efectivos es el primer y principal paso en el control biológico, el aislado de *Bacillus* BC2 muestra propiedades antagónicas probablemente a través del mecanismo lítico mediado por enzimas, que ha demostrado ser un mecanismo eficaz para controlar los patógenos fúngicos (Ashwini y Srividya, 2014).

2.2.8 Control biológico

El uso de agentes de control biológico es una estrategia importante para el manejo integrado de las enfermedades fúngicas en muchas especies de especies económicamente importantes. Estos biocontroladores suprimen varias enfermedades transmitidas por el suelo, ya que su eficacia se asocia con sus propiedades antagónicas y la competitividad en la rizósfera (Grosu et al., 2015). Los agentes de control biológico son alternativas a los pesticidas químicos en el manejo de enfermedades de las plantas. Actualmente, cientos de bioproductos están disponibles comercialmente en el mercado internacional y varían principalmente en microorganismos y formulaciones antagónicas (Fernando et al., 2019).

2.2.8.1 Control biológico con *Bacillus subtilis*

Las cepas de *Bacillus* tienen la capacidad de superar las enfermedades patógenas de las plantas en diversos entornos de cultivo y algunas de ellas tienen la capacidad de controlar una amplia gama de patógenos de las plantas. Actividades de investigación rigurosas han descubierto varios microorganismos para el desarrollo de bioplaguicidas a nivel comercial. El uso y número de especies de *Bacillus* antagónicamente importantes está aumentando muy rápidamente. Las especies de *Bacillus* tienen una capacidad única para replicarse rápidamente, son resistentes a las condiciones ambientales adversas y tienen un amplio espectro de capacidad de control biológico (Shafi et al., 2017).

El control biológico se puede establecer compitiendo por los micronutrientes esenciales, por ejemplo, el hierro en la rizósfera, es extremadamente limitado y su disponibilidad depende en gran medida del suelo. El hierro se encuentra principalmente en forma férrica en suelos oxidados y aireados que son insolubles en agua a pH 7.4 y su concentración puede ser tan baja como 10^{-8} mol/l. Esta concentración es insuficiente para apoyar el crecimiento y desarrollo de microorganismos. Para sobrevivir en tales situaciones, los microorganismos desarrollan sideróforos que permiten a los microbios cumplir con sus requerimientos de hierro del microentorno (Shafi et al., 2017).

a. Armas enzimáticas del *Bacillus subtilis*

El *Bacillus subtilis* además de la producción de antibióticos y la provocación de resistencia sistémica en plantas contra una variedad de enfermedades patógenas de plantas, las especies de *Bacillus* también son capaces de producir enzimas como quitinasa y β -1,3-glucanasa que tienen una actividad lítica muy fuerte (Shafi et al., 2017). El objetivo básico de liberar hidrolasa es utilizar el nutriente almacenado en el sustrato convirtiéndolo de forma no disponible a forma disponible. Además, las bacterias liberan enzimas extracelulares en combinación con algunos otros compuestos para superar la competencia con otros agentes microbianos. Las enzimas hidrolíticas de la pared celular fúngica de las quitinasas y glucanasas (laminarinas) son producidas por algunas especies hiperbásicas de *Bacillus* (Shafi et al., 2017).

La quitina ocupa la segunda posición entre los polisacáridos según su abundancia en la naturaleza. Es un homopolímero unido a β -1 \rightarrow 4 de N-acetil-d-glucosamina, que es un elemento de refuerzo de la pared celular fúngica muy importante que ofrece rigidez a la pared celular mediante el enlace de hidrógeno entre polímeros adyacentes. Por lo tanto, los enlaces glicosídicos de los polisacáridos constitutivos son la base para la integridad de la pared celular de los hongos. La interferencia en estos enlaces deteriora la pared celular y por lo tanto la fuga celular. Las especies de *Bacillus* produjeron enzimas hidrolizantes de la pared celular (quitinasas, glucanasas y quitosanas) que hidrolizaron eficazmente la pared celular de los patógenos fúngicos. Por lo tanto, estas enzimas hidrolíticas tienen un gran potencial para el manejo de la enfermedad de las plantas patógenas de hongos (Shafi et al., 2017).

b. Colonización

La superficie de la planta y del suelo tiene una cantidad limitada de nutrientes. Por lo tanto, para una colonización efectiva de la superficie de la planta, los microbios patógenos y no patógenos deben competir para cumplir con sus requerimientos de nutrientes. Los exudados de plantas son las principales fuentes de suministro de nutrientes en la superficie de la planta huésped. Es difícil demostrar el papel directo de la competencia en el control de enfermedades de las plantas, pero existen numerosos estudios indirectos que han demostrado que los microbios patógenos y no patógenos compiten por los nutrientes y el espacio y por lo tanto, desempeñan un papel crucial en control (Shafi et al., 2017).

En general, las enfermedades de las plantas transmitidas por el suelo (por ejemplo, las especies *Fusarium* y *Pythium*) están más expuestas a la competencia porque solo infectan a través del contacto micelial en comparación con aquellas enfermedades patógenas cuyos organismos causales germinan directamente en la superficie de la planta y se infectan a través de la infección y el apresorio. Los microbios no patógenos asociados con la fotosfera protegen las plantas mediante una rápida colonización y agotando las necesidades de desarrollo, por lo que no están disponibles para los microbios patógenos (Shafi et al., 2017).

Los lipopéptidos pertenecen a un grupo de péptidos basados en microbios que permiten la activación de la planta del mecanismo de defensa. Para el control biológico de patógenos de plantas, los lipopéptidos originados por *Bacillus* juegan un papel muy importante. Sus propiedades fisicoquímicas únicas son principalmente responsables de su efectividad contra una amplia gama de patógenos de plantas (Shafi et al., 2017).

2.2.8.2 Control biológico con *Trichoderma harzianum*

Trichoderma es un género de hongos transmitidos por el suelo con actividades anti-fitopatógeno bien conocidas. Los mecanismos de acción incluyen la competencia, el micoparasitismo, la antibiosis y la resistencia sistémica inducida por el huésped Ghorbanpour et al., 2018. Las especies de *Trichoderma* compiten con los patógenos principalmente por nutrientes y nichos ecológicos. Además del rápido crecimiento y la abundante producción de esporas, algunas cepas pueden sintetizar sideróforos que inhiben el crecimiento de otros hongos durante la competencia (Harman et al., 2004).

El hongo *Trichoderma*, un agente de biocontrol de bajo costo que puede establecerse en diferentes sistemas patógenos, tiene efectos moderados en el balance del suelo y no daña a los organismos beneficiosos que contribuyen al control de los patógenos. Los hongos del género *Trichoderma* son ascomicetos transmitidos por el suelo y de esporas verdes que son ubicuos en la naturaleza. *Trichoderma* spp. se caracterizan por un rápido crecimiento, en su mayoría conidios de color verde brillante y una estructura de conidióforos repetidamente ramificada (Saba et al., 2012).

Las cepas de trichoderma utilizadas como agentes de control biológico pueden actuar: a) colonizando el suelo y / o partes de la planta, ocupando un espacio físico y evitando la multiplicación de los patógenos; b) producir enzimas degradantes de la pared celular contra los patógenos; c) produciendo antibióticos que pueden matar a los patógenos; d) promover el desarrollo de la planta y e) inducir los mecanismos defensivos de la planta (Saba et al., 2012).

Las bacterias y los hongos están involucrados en la actividad de control biológico, y el género de hongos *Trichoderma* juega un papel importante en el control de las enfermedades de las plantas. *Trichoderma* spp. Son hongos de vida libre que son altamente interactivos en entornos de raíces, suelo y foliares. *Trichoderma* spp. Están presentes en casi todos los suelos agrícolas y en otros entornos como la madera en descomposición. Las capacidades antifúngicas de estos beneficiosos.

Los microbios se conocen desde la década de 1930 y desde entonces se han realizado grandes esfuerzos para utilizarlos para el control de enfermedades de las plantas. *Trichoderma* se usa ampliamente como agente de control biológico contra hongos fitopatógenos y como biofertilizante debido a su capacidad para establecer una asociación de tipo micorriza con las plantas. El factor clave para el éxito ecológico de este género es la combinación de mecanismos micoparasitarios muy activos y estrategias de defensa efectivas inducidas en las plantas. Estos hongos crecen en forma tropical hacia las hifas de otros hongos, se enrollan sobre ellos en una reacción mediada por lectina y degradan las paredes celulares de los hongos por la secreción de diferentes enzimas líticas (Saba et al., 2012).

2.3 Definiciones conceptuales

Antagonistas: El antagonismo es el responsable del control biológico, puede operar por antibiosis, competencia o parasitismo. El parasitismo se basa en enzimas líticas para la degradación de las paredes celulares de los hongos patógenos (Chet et al., 1990).

Antibiosis: La actividad micoparasitaria de biocontroladores puede deberse a antibiosis, competencia, producción de enzimas que degradan la pared celular (McGrew y Green 1990), o una combinación de estas actividades antagónicas

Ascosporas: Ascospora es una espora contenida en un asca. Esta clase de espora es específica de los hongos clasificados como ascomycetes.

Bacillus: Es un agente biológico cuyo ingrediente activo son bacterias que sobreviven en el suelo, entre las funciones que cumplen es parasitar los hongos fitopatógenos inhiben su crecimiento micelial, y en cuanto a las plantas les permiten tener una mejor absorción de nutrientes del suelo a la planta permitiendo que se desarrolle la planta y aumente el rendimiento en el cultivo.

Capítulo: Los capítulos florales constituyen la parte comercial de la planta y tienen brácteas carnosas que se traslapan y protegen los numerosos flósculos o flores en formación de 700 a 1,400 que son las “espinitas” que se asientan en lo que conocemos por “fondo” (Robles, 2001).

Esclerocios: El patógeno sobrevive en cultivos como esclerocios en el suelo o como micelio en restos de plantas infectadas. La supervivencia de *Sclerotinia sclerotiorum*, en gran medida, depende de la producción y viabilidad de esclerocios. La reducción en la producción de esclerocios es esencial en el control del patógeno (Abdullah et al., 2008).

Hijuelos: La forma más común de propagación para establecer el cultivo de alcachofa es por hijuelos o tocones (trozo de raíz con corona y tallo). Los hijuelos son brotes nuevos que se originan a partir de yemas del tallo principal de la planta, y que desarrollan su propio sistema radicular.

Protandria: Los órganos masculinos se abren antes que las flores femeninas y existe una posibilidad de autoincompatibilidad al final (Alpandino).

2.4 Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Ho: No existe diferencias en la aplicación de las diferentes dosis de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* sobre el control de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary en el cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.

Ha: Al menos una dosis de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* tuvo efecto sobre el control de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary en el cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.

2.4.2. Hipótesis específico

Ho: No existe diferencias en las dosis de *Trichoderma harzianum* y de *Bacillus subtilis* con respecto a la severidad e incidencia de *Sclerotinia sclerotiorum* en alcachofa var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.

Ha: Al menos una dosis de *Trichoderma harzianum* y de *Bacillus subtilis* con respecto a la severidad e incidencia de *Sclerotinia sclerotiorum* en alcachofa var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.

Ho: No existe diferencias en la eficiencia de las diferentes dosis de *Trichoderma harzianum* y de *Bacillus subtilis* sobre *Sclerotinia sclerotiorum* en el cultivo de alcachofa var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.

Ha: Al menos una dosis tiene eficiencia de *Trichoderma harzianum* y de *Bacillus subtilis* sobre *Sclerotinia sclerotiorum* en el cultivo de alcachofa var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.

Ho: No existe diferencias en la interacción de dosis y el producto biológico y el controlador químico sobre el control *Sclerotinia sclerotiorum* con respecto al rendimiento del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.

Ha: Al menos una interacción de dosis y el producto biológico y el controlador químico tuvo control sobre *Sclerotinia sclerotiorum* con respecto al rendimiento del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Ubicación

El ensayo se llevó a cabo en el predio “El Tejado” ubicado en el distrito Imperial provincia de Cañete del departamento de Lima, geográficamente se encuentra a una altitud de 93 m.s.n.m, latitud sur 13° 1'28.70"S y longitud oeste 76°22'53.98"O.

3.1.2 Materiales e insumos

Descripción de los materiales usados en la investigación

- **Materiales de campo e insumos usados en la investigación:**
 - Cuaderno de campo
 - Yeso
 - Wincha.
 - Letreros.
 - Bolsas de polietileno
 - Tamices
 - Sustratos orgánicos
 - Mochila de fumigar.
 - Medidor de vaso
- **Materiales de gabinete:**
 - Calculadora.
 - USB.
 - Lapto

3.1.3 Diseño de investigación

Se realizó un diseño de bloques completamente al azar el cual constará de 6 tratamientos y 4 repeticiones. Para la comparación de medias se realizará mediante la prueba de Tukey al nivel de $\alpha=0.05$.

Tabla 1

Análisis de varianza

FUENTE DE VARIABILIDAD	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
Bloque	3	SC _B	SC _B /3	CM _B /CM _E	
Tratamientos	6	SC _T	SC _T /6	CM _T /CM _E	
Error	18	SC _E	SC _E /18	CM _{HxD} /CM _E	
Total	27	SC _T	SCE/27		

3.1.3 Tratamientos

Los productos biológicos y el uso de un producto químico como control en el estudio sobre el control de *S. sclerotiorum*.

T1 = Tricho-D (*Trichoderma harzianum*) a dosis recomendada por la casa comercial.

T2 = Tricho-D (*Trichoderma harzianum*) a dosis sugerida por el investigador

T3 = Serenade (*Bacillus subtilis*) a dosis recomendada por la casa comercial.

T4 = Serenade (*Bacillus subtilis*) a dosis sugerida por el investigador

T5 = Cantus 500 WG (Boscalid) a dosis recomendada por la casa comercial.

T6 = Cantus 500 WG (Boscalid) a dosis sugerida por el investigador.

T7 = testigo sin aplicar

La descripción de los tratamientos se muestra en la tabla 3.

Tabla 3

Tratamientos

Producto comercial (P.C.)	Ingrediente activo (i.a.)	Dosis de P.C./ha	Tratamiento
Tricho-D	<i>Trichoderma harzianum</i> (1 x 10 ⁸ esporas/g)	0.2 kg	T1
Tricho-D	<i>Trichoderma harzianum</i> (1 x 10 ⁸ esporas/g)	0.3 kg	T2
Serenade	<i>Bacillus subtilis</i> (1 x 10 ⁹ UFC/g strain QST 713)	1.5 L	T3
Serenade	<i>Bacillus subtilis</i> (1 x 10 ⁹ UFC/g strain QST 713)	3.0 L	T4
Cantus 500 WG	Boscalid (500g/L)	1.0 kg	T5
Cantus 500 WG	Boscalid (500g/L)	0.5 kg	T6
Testigo	Agua	0	T7

3.1.4 Características del área experimental

Dimensiones del campo experimental

La instalación del experimento se realizó con plantas de alcachofa de la variedad Imperial Star ubicadas colocadas por tratamientos en cada unidad experimental por el cual las dimensiones del campo se observan a continuación.

Dimensiones del campo experimental:

Del área total:

-Largo	: 32 m
-Ancho	: 40.8 m
-Largo del bloque	: 8 m
-Ancho del bloque	: 40.8 m
-Área neta del experimento	: 1306 m ²
-Número de bloques	: 4
-Número de tratamientos por bloque	: 6

De la unidad experimental (UE)

-Largo de la UE	: 8 m
-Ancho de la UE.	: 6.8 m
-Área de la UE	: 54.4 m ²
-Número de surcos de la UE	: 3

Densidad de siembra

-Distancia entre surcos	: 1 m
-Distanciamiento entre plantas	: 0.3 m

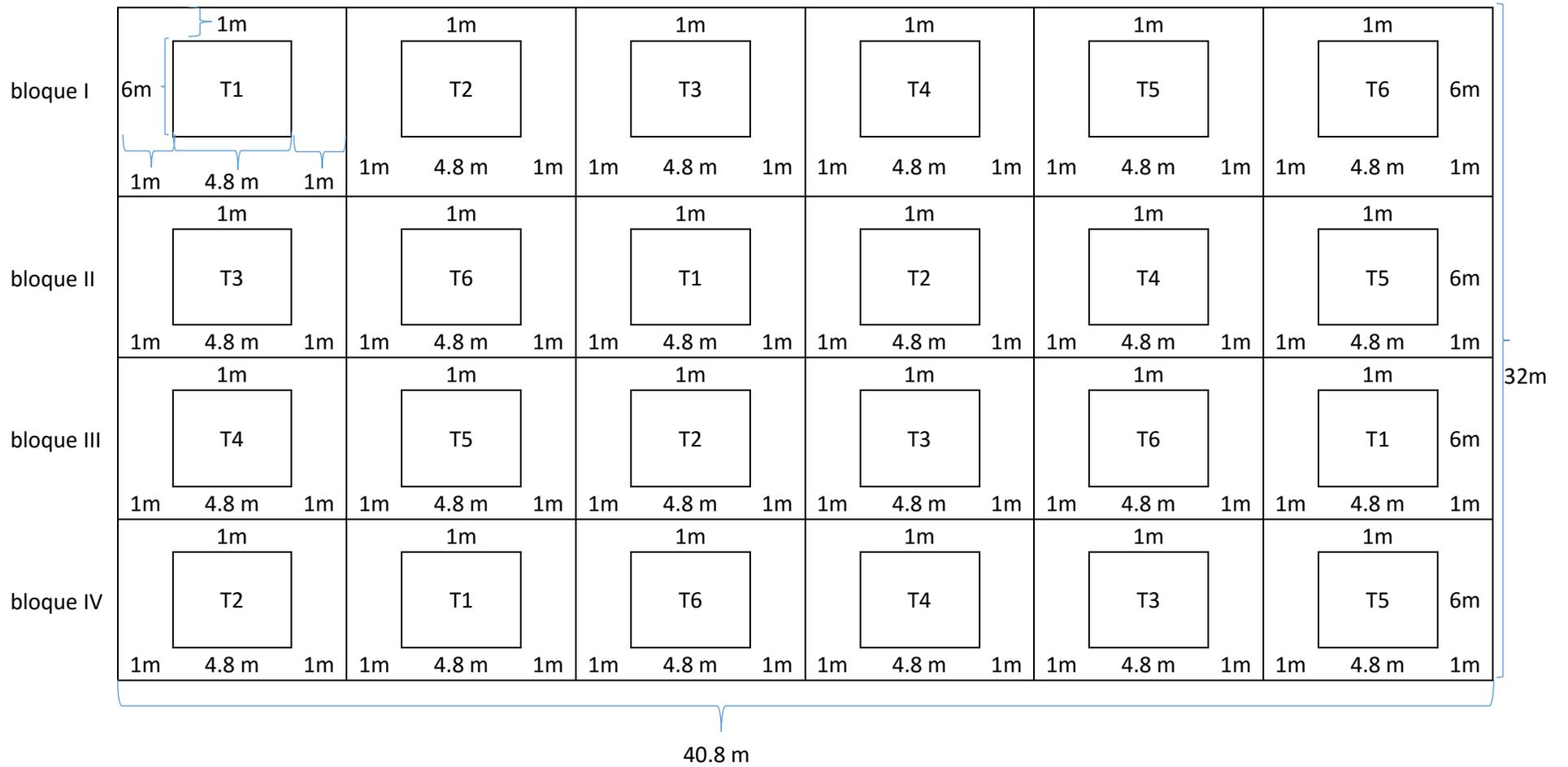


Figura 2. Croquis de la distribución espacial de los tratamientos

3.1.5 Variables estudiadas

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

Evaluación del desarrollo de la enfermedad

La eficacia de los productos biológicos y las dosis para controlar *Sclerotinia sclerotiorum*, se estimará en función de las variables: a) Severidad de los síntomas b) Incidencia de la enfermedad (%), c) Porcentaje de eficiencia de control y d) Rendimiento.

Severidad de ataque por *Sclerotinia sclerotiorum* en alcachofa

Se evaluó 10 plantas seleccionadas al azar de manera individual por tratamiento, detectando de manera visual daños en la planta, luego se procedió a analizarlas de acuerdo a la escala de severidad según la Tabla 4.

Escala de severidad de la rancha *Sclerotinia sclerotiorum*

Tabla 4. Escala de severidad de *Sclerotinia sclerotiorum* utilizada de Wang y Jeffes (2000).

Nivel de Severidad	Síntomas observables
0	Ningún efecto sobre coloración en la raíz.
1	Ligera decoloración del tejido vascular en la raíz.
2	Decoloración extensiva del tejido vascular de la raíz.
3	Ligera decoloración del tejido vascular y córtex en la corona del tallo
4	Decoloración extensiva del tejido vascular de la raíz y córtex en la corona del tallo.
5	Necrosamiento completo de la corona.

Fuente: Wang y Jeffes (2000).

Incidencia de la enfermedad (%)

Se evaluó la incidencia de la enfermedad (planta sana o enferma). Se conto el número de plantas que mostrarán los síntomas característicos de la enfermedad (plantas infectadas) en relación al número de plantas totales y se expresará en porcentaje (%).

$$\% \text{Incidencia} = \left(\frac{\# \text{ de plantas con marchitez}}{\# \text{ de plantas totales}} \right) \times 1000$$

Eficiencia

Se evaluó este parámetro para determinar la eficiencia de control de los biocontroladores el cual se sigue la fórmula:

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

Dónde:

EC = Eficiencia control

Ta = Testigo sin aplicación

To = Tratamiento aplicado

Evaluación de parámetros agronómicos del cultivo de alcachofa c.v. Imperial Star

Con el fin de conocer el efecto de la dosificación y los productos en el control de *Sclerotinia sclerotiorum* en el cultivo de alcachofa.

Rendimiento

Se pesaron los capítulos cosechados. La cosecha se realizó cuando los capítulos presentaron características aptas para la comercialización, debiendo presentar un diámetro de 5 a 7 cm. El corte se realizó dejando una porción de pedúnculo y los capítulos fueron pesados y medidos en su longitud y diámetro. Con la balanza electrónica se pesó cada unidad experimental luego se expresó en kilogramos por hectárea.

3.1.6 Conducción del experimento

El registro de campo del predio “El Tejado” presenta pérdida en cosecha de alcachofa debido al ataque de *Sclerotinia sclerotiorum*, por el cual los productores realizan aplicaciones sin medidas y criterios para controlar el ataque de aquel hongo fitopatógeno, sin embargo, no realizan un control efectivo. Siendo una justificación necesaria para realizar el estudio del control biológico sobre *Sclerotinia sclerotiorum*. Para ello, se realizó un muestreo de restos vegetales y de suelo, colocándose en una bolsa de plástico y se llevó al laboratorio de Fitopatología de la FIAIAYA, donde a través del uso del estereoscopio se observó los esclerotes del hongo *Sclerotinia sclerotiorum*, confirmando la infestación del hongo en el predio, por lo tanto, se procedió a la siguiente fase.

Fase de campo

Esta fase se realizó la instalación del almacigo de alcachofa, por ello se sembró 720 semillas de alcachofa del cv. Imperial Star en un sustrato que estuvo constituido por musgo picado + fibra de coco (1:1) esterilizado. Pasado 30 días después de la siembra se trasplanto los plantines a bolsas negras de polietileno de 1 Kg con un sustrato constituido de arena de río + tierra de chacra + compost (1:1:1). Luego se rego con 250 ml de agua por bolsa para luego regar con 150 a 100 ml/riego en cada bolsa aproximadamente, hasta que llegó a su tamaño óptimo para el campo definitivo.

Instalación de los plantines de alcachofa en campo definitivo

Se trasplantaron los plantines de alcachofa var. Imperial Star en el campo experimental, teniendo en cuenta que el campo está infestado por el hongo *S. sclerotiorum*, asegurando su presencia. El trasplante se realizó de acuerdo al croquis experimental es decir cada tratamiento en su respectiva unidad experimental y bloque. Posteriormente, después del trasplante se realizó un riego pesado, y continuamente se regaba interdiario y 3 a 2 veces por semana para estimular el crecimiento y desarrollo de *S. sclerotiorum* y su posterior ataque. A los 17 días después del trasplante, se empezó a observar los síntomas.

Aplicación de los tratamientos

Una vez observado los síntomas de ataque de *S. sclerotiorum* se realizó la aplicación de los tratamientos es decir se aplicó los biocontroladores como el Tricho-D a dosis de 0.2 y 03 kg/ha y Serenade a dosis de 1.5 y 3.0 Lt/ha y el fungicida químico Cantus 500 WG a dosis de 1 y 2.0 kg/ha y al tratamiento 7 no se le aplicó nada. En cuanto a la dosis de los productos comerciales esta fue sugerida por los agricultores que realizan en los campos de alcachofa y los biocontroladores se realizaron sugerida por el investigador.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

El ensayo se realizará en un área de 340 m² denominado el pajonal, que se encuentra ubicado en el distrito Imperial provincia de Cañete del departamento de Lima.

3.2.2 Muestra

La muestra estará constituida por las plantas de alcachofa de la variedad Imperial Star ubicadas en cada unidad experimental el cual mide 54.4 m² con 30 plantas, de las cuales se muestrearán 10 plantas por variable en un área total de 1306m².

3.6. 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, estableciéndose la significación estadística para $P=0,05$. Asimismo, se utilizó la prueba de Tukey para la separación de las medias, con un nivel de significación del 5 %.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1 Escala de severidad de *Sclerotinia sclerotiorum* en alcachofa var. Imperial Star

El análisis de variancia para la escala severidad de *Sclerotinia sclerotiorum* en alcofa (Tabla 5), muestra que no existe significancia estadística para bloques, pero si existe diferencias altamente significativas para los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 19,08%, valor considerado como medio según Calzada (1982) por lo que estos resultados son confiables.

Tabla 5

Análisis de variancia para la escala severidad de Sclerotinia sclerotiorum en alcachofa var. Imperial Star

Factor de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F- Calculada	Valor de probabilidad	Significación
Bloques	3	2,11	0,70	3,47	0,0679	ns
Tratamientos	6	52,36	8,73	43,12	0,0001	**
Error	18	3,64	0,20			
Total	27	58,11				

Coeficiente de variación (CV) = 19,08 %

ns. = no significativo, * = significativo al 0,05 de probabilidad, ** = altamente significativo al 0,01 de probabilidad, según la prueba F

La comparación de promedios de Tukey al 5% (Tabla 6) para productos comerciales revela que el tratamiento testigo con 4,25 obtuvo mayor escala de severidad, junto al tratamiento Cantus 500 WG a dosis recomendada por la casa comercial (1 kg/ha) con 3,50 y el tratamiento Cantus 500 WG a dosis sugerida por el investigador (2 kg/ha) con 3,25 presentaron la mayor escala de severidad, seguido por Tricho-D a dosis recomendada por la casa comercial (0.2 kg/ha) con escalas de 1,75 y 125 respectivamente. Por último, los tratamientos Serenade a dosis recomendada por la casa comercial (1.5 Lt/ha) y a dosis sugerida por el investigador (3.0 Lt/ha) y el Tricho-D a dosis sugerida por el investigador (0.3kg/ha) obtuvieron las menores escalas con 0,75 y 0,25 de severidad respectivamente.

Tabla 6

Prueba de Tukey para la comparación de medias entre los tratamientos para la severidad de Sclerotinia sclerotiorum en alcachofa var. Imperial Star

Tratamiento	Severidad (escala)
T7: Testigo (sin aplicar)	4,25 a
T5: Cantus 500 WG a dosis recomendada por la casa comercial (1 kg/ha)	3,50 a
T6: Cantus 500 WG a dosis sugerida por el investigador (2 kg/ha)	3,25 a
T1: Tricho-D a dosis recomendada por la casa comercial (0.2 kg/ha)	1,75 b
T3: Serenade a dosis recomendada por la casa comercial (1.5 Lt/ha)	1,25 bc
T4: Serenade a dosis sugerida por el investigador (3.0 Lt/ha)	0,75 c
T2: Tricho-D a dosis sugerida por el investigador (0.3kg/ha)	0,25 c

Medias con las mismas letras no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

4.2 Incidencia de *Sclerotinia sclerotiorum* en alcachofa var. Imperial Star

El análisis de variancia para la incidencia de *Sclerotinia sclerotiorum* (Tabla 7), se observa que no existe significancia estadística para bloques, pero si existe diferencias altamente significativas para los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 15,4%, valor considerado como medio según Calzada (1982) por lo que estos resultados son confiables.

Tabla 7

Análisis de variancia para la incidencia de Sclerotinia sclerotiorum en alcachofa var. Imperial Star

Factor de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F- Calculada	Valor de probabilidad	Significación
Bloques	3	96,43	32,14	1,00	0,4155	ns
Tratamientos	6	18735,71	3122,62	97,15	0,0001	**
Error	18	578,57	32,14			
Total	27	19410,71				

Coeficiente de variación (CV) = 15,4 %

ns. = no significativo, * = significativo al 0,05 de probabilidad, ** = altamente significativo al 0,01 de probabilidad, según la prueba F

Los resultados de la prueba de Tukey al 5% para la comparación de los tratamientos (Tabla 8), revela que el tratamiento testigo con 87,5% obtuvo mayor incidencia de *Sclerotinia sclerotiorum*, seguido del tratamiento Cantus 500 WG a dosis recomendada por la casa comercial (1 kg/ha) con 57,5% superior estadísticamente al tratamiento Cantus 500 WG a dosis sugerida por el investigador (2 kg/ha) con 42,5% superior al tratamiento Serenade a dosis recomendada por la casa comercial (1.5 Lt/ha) y el tratamiento Tricho-D a dosis recomendada por la casa comercial (0.2 kg/ha) con 25% y 22,5% respectivamente. Por último, los tratamientos Serenade a dosis sugerida por el investigador (3.0 Lt/ha) con 12,5% y el tratamiento Tricho-D a dosis sugerida por el investigador (0.3kg/ha) obtuvo la menor porcentaje con 10% de incidencia.

Tabla 8

Prueba de Tukey para la comparación de medias entre los tratamientos para la incidencia de Sclerotinia sclerotiorum en alcachofa var. Imperial Star

Tratamiento	Incidencia (%)
T7: Testigo (sin aplicar)	87,5 a
T5: Cantus 500 WG a dosis recomendada por la casa comercial (1 kg/ha)	57,5 b
T6: Cantus 500 WG a dosis sugerida por el investigador (2 kg/ha)	42,5 c
T3: Serenade a dosis recomendada por la casa comercial (1.5 Lt/ha)	25,0 d
T1: Tricho-D a dosis recomendada por la casa comercial (0.2 kg/ha)	22,5 de
T4: Serenade a dosis sugerida por el investigador (3.0 Lt/ha)	12,5 e
T2: Tricho-D a dosis sugerida por el investigador (0.3kg/ha)	10,0 e

Medias con las mismas letras no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

4.3 Eficiencia de control de *Sclerotinia sclerotiorum* en alcachofa var. Imperial Star

El análisis de variancia para el porcentaje de eficiencia en el control de *Sclerotinia sclerotiorum* en alcofa (Tabla 9), muestra que no existe significancia estadística para bloques, pero si existe diferencias altamente significativas para los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 9,91%, valor considerado como bajo según Calzada (1982) por lo que estos resultados son confiables.

Tabla 9*Análisis de variancia para la eficiencia del control de Sclerotinia sclerotiorum en alcachofa*

Factor de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F- Calculada	Valor de probabilidad	Significación
Bloques	3	419,34	139,78	4,26	0,194	ns
Tratamientos	6	24343,45	4057,24	123,57	<,0001	**
Error	18	591,02	32,83			
Total	27	25353,81				

Coeficiente de variación (CV) = 9,91 %

ns. = no significativo, * = significativo al 0,05 de probabilidad, ** = altamente significativo al 0,01 de probabilidad, según la prueba F

La comparación de promedios de Tukey al 5% (Tabla 10) para la eficiencia de control revela que el tratamiento Serenade a dosis sugerida por el investigador (3.0 Lt/ha) obtuvo el mayor porcentaje de eficiencia con 88,55% similar al tratamiento Tricho-D a dosis sugerida por el investigador (0.3kg/ha) con 85,43%, seguido del tratamiento Tricho-D a dosis recomendada por la casa comercial (0.2 kg/ha) con 73,98% y el tratamiento Serenade a dosis recomendada por la casa comercial (1.5 Lt/ha) con 71,20%, superior al fungicida Cantus 500 WG a dosis sugerida por el investigador (2 kg/ha) y Cantus 500 WG a dosis recomendada por la casa comercial (1 kg/ha) con 51,08 y 34,35% respectivamente.

Tabla 10*Prueba de Tukey para la comparación de medias entre los tratamientos para la eficiencia de control de Sclerotinia sclerotiorum en alcachofa var. Imperial Star*

Tratamiento	Eficiencia (%)
T4: Serenade a dosis sugerida por el investigador (3.0 Lt/ha)	88,55 a
T2: Tricho-D a dosis sugerida por el investigador (0.3kg/ha)	85,43 ab
T1: Tricho-D a dosis recomendada por la casa comercial (0.2 kg/ha)	73,98 bc
T3: Serenade a dosis recomendada por la casa comercial (1.5 Lt/ha)	71,20 c
T6: Cantus 500 WG a dosis sugerida por el investigador (2 kg/ha)	51,08 d
T5: Cantus 500 WG a dosis recomendada por la casa comercial (1 kg/ha)	34,35 e
T7: Testigo (sin aplicar)	0,00 f

Medias con las mismas letras no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

4.4 Rendimiento de capítulo

El análisis de variancia para el rendimiento de capítulo de alachofa (Tabla 11), muestra que no existe significancia estadística para bloques, pero si existe diferencias altamente significativas para los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 2,7%, valor considerado como bajo según Calzada (1982) por lo que estos resultados son confiables.

Tabla 11

Análisis de variancia para el rendimiento de capítulo

Factor de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F- Calculada	Valor de probabilidad	Significación
Bloques	3	0,24	0,08	0,30	0,8220	ns
Tratamientos	6	1129,78	188,30	721,25	0,0001	**
Error	18	4,70	0,26			
Total	27	1134,72				

Coeficiente de variación (CV) = 2,7 %

ns. = no significativo, * = significativo al 0,05 de probabilidad, ** = altamente significativo al 0,01 de probabilidad, según la prueba F

Los resultados de la prueba de Tukey al 5% para el rendimiento de capítulo revela que el tratamiento Serenade a dosis sugerida por el investigador (3.0 Lt/ha) obtuvo el mayor rendimiento con 25,9t/ha superior estadísticamente a los demás, seguido del tratamiento Tricho-D a dosis sugerida por el investigador (0.3kg/ha) con 24,5t/ha, mayor al tratamiento Serenade a dosis recomendada por la casa comercial (1.5 Lt/ha) con 22,5t/ha y el tratamiento Tricho-D a dosis recomendada por la casa comercial (0.2 kg/ha) con 21,7 t/ha respectivamente, superior a los tratamientos Cantus 500 WG a dosis sugerida por el investigador (2 kg/ha) y Cantus 500 WG a dosis recomendada por la casa comercial (1 kg/ha) con 16,9 y 14,8 t/ha respectivamente, por último, el tratamiento testigo (sin aplicar) con 6,2t/ha obtuvo menor rendimiento.

Tabla 12

Prueba de Tukey para la comparación de medias entre los tratamientos para el rendimiento de capítulo

Tratamiento	Rendimiento (t/ha)
T4: Serenade a dosis sugerida por el investigador (3.0 Lt/ha)	25,9 a
T2: Tricho-D a dosis sugerida por el investigador (0.3kg/ha)	24,5 b
T3: Serenade a dosis recomendada por la casa comercial (1.5 Lt/ha)	22,5 c
T1: Tricho-D a dosis recomendada por la casa comercial (0.2 kg/ha)	21,7 c
T6: Cantus 500 WG a dosis sugerida por el investigador (2 kg/ha)	16,9 d
T5: Cantus 500 WG a dosis recomendada por la casa comercial (1 kg/ha)	14,8 e
T7: Testigo (sin aplicar)	6,2 f

Medias con las mismas letras no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

Severidad de *Sclerotinia sclerotiorum* en alcachofa var. Imperial Star

Los resultados indican que el producto químico Cantus 500 WG presentó mayor severidad con un índice de más de 3 lo cual indican una ligera decoloración del tejido vascular y córtex en la corona del tallo. Seguido por Serenade y Tricho-D a dosis recomendada por la casa comercial y a dosis sugerida por el investigador reportaron promedios menores a 1 de severidad indicando que existe ligera decoloración del tejido vascular en la raíz. En cuanto al testigo fue superior con severidad de 4 cuya índice indica una decoloración extensiva del tejido vascular de la raíz y córtex en la corona del tallo. Este resultado implica que los agentes lograron controlar *S. sclerotiorum* superior al testigo.

Nuestros resultados se acercan a lo mostrado por Pinto et al. (2019) quienes revelan que *Trichoderma* spp., reduce la severidad de la enfermedad de *S. sclerotiorum* en comparación con el control (sin tratamiento con *Trichoderma*). Por lo que puede actuar eficientemente en el control biológico de la enfermedad porque hasta el final del ciclo de cultivo mantuvo puntajes bajos de severidad, reprimiendo el avance de los síntomas. Asimismo, Chen et al. (2014) indican que el efecto inhibitorio de una cepa bacteriana endofítica de *Bacillus subtilis* sobre la germinación y el crecimiento hifal de *S. sclerotiorum*, señalando el tratamiento bacteriano causó que el citoplasma hifal se desintegre y se reduzca la biomasa hifal.

Incidencia de *Sclerotinia sclerotiorum* en alcachofa var. Imperial Star

Los resultados muestran al producto químico Cantus 500 WG a diferentes dosis reveló el mayor porcentaje de incidencia con más de 50.00%, en cambio los productos biológicos Serenade (*B. subtilis*) y Tricho-D (*T.harzianum*) a diferentes dosis obtuvo menor incidencia lo que implica que los biocontroladores reducen la infección de *S. sclerotiorum*. Resultados se asemejan a Tarazona (2009) quien demostró que los fungicidas y biocontroladores disminuyeron el porcentaje de plantas infectadas, siendo el Tricho-D a dosis de 0.3 Kg/ha con 15.0% de incidencia siendo uno de los tratamientos que mejor controló a *S. sclerotiorum* bajo condiciones de invernadero, debido a que inhibió la germinación de los esclerotes de *S. sclerotiorum* provocando la lisis del esclerote.

Asimismo, el mecanismo de control de *T.harzianum* ATC 20847 T-22 se da por micoparasitismo, mediante la producción de enzimas como la β -1,3 glucanasas y quitinasas extracelulares que intervinieron en la lisis de la pared celular de los esclerotes de *S. sclerotiorum*.

Esto concuerda con lo observado por Tarazona (2009) quienes demostraron que Serenade 3 L/ha reportó 22.5% de incidencia, lo cual indica que la eficiencia de control por Serenade fue debido a las condiciones ambientales óptimas para el desarrollo de la bacteria *B. subtilis* siendo la temperatura de 25 a 30°C por lo que ejerció un control eficiente de la enfermedad de *S.sclerotiorum* en alcachofa. Además indica que Serenade proporciona a la planta una barrera que previene la adhesión del hongo patógeno a los diferentes órganos de la planta, además los lipopéptidos forman micelas mixtas en la parte superficial de la planta las cuales perforan las membranas de las células fungosas y de las esporas lo que genera inhibición del crecimiento del hongo *S. sclerotiorum*.

Eficiencia de control de *Sclerotinia sclerotiorum* en alcachofa var. Imperial Star

Los resultados revelan que el producto biológico Serenade a diferentes dosis presentó la mayor eficiencia de control con más de 80% de control similar a Tricho-D lo que implica que estos agentes controlan eficientemente al hongo patógeno. Resultado fue similar a los reportado por Abdullah et al. (2008) quienes indican que estos agentes de biocontrol inhiben el crecimiento de micelios y producción de esclerocios, además, exhiben micoparasitismo y antibiosis y protegen más del 80% en plantas inoculadas con *S. sclerotiorum*, por lo que la eficacia en comparación con dos productos comerciales.

Asimismo, la capacidad de causar fugas del contenido de células fúngicas (destrucción de la pared celular) posiblemente indicó que *B. subtilis* tenía la capacidad de producir enzimas como la quitinasa o glucanase, que destruyeron la quitina o los glucanos en la pared celular de *S. sclerotiorum*.

Además, Tozlu et al. (2016) mencionan que el control biológico de *Sclerotinia sclerotiorum*, por algunas bacterias este estudio se realizó para desarrollar un método de control alternativo y eficaz para las enfermedades mediante el uso de bacterias de control biológico *Bacillus subtilis*.

Rendimiento de capítulo

Los resultados revelan que el producto biológico Serenade presentó el mayor rendimiento con más de 20 t/ha, seguido de Tricho-D también con más de 20 t/ha ambos superando al producto químico Cantus 500 WG, resultado que indica que *Bacillus subtilis* es un agente que aumenta el crecimiento de la planta y dando aumento al rendimiento de capítulo de la alcachofa. Los resultados obtenidos son semejantes a lo indicado por Monteiro et al. (2013) quien indica que las bacterias crecieron menos que el control con una reducción del 83.84% en el crecimiento del micelio, lo que demuestra que *B. subtilis* tiene sustancias volátiles fungistáticas. El *B. subtilis* pueden dañar la capa negra de esclerocios, que protegen el micelio contra factores ambientales adversos.

Asimismo Bianchini et al. (2005) reportaron que la capacidad que tiene *Trichoderma* para reducir la producción de esclerocios es una cualidad valiosa en el biocontrol debido a la importancia de la estructura resistente en la supervivencia del patógeno que tiene en el suelo.

También se encontraron resultados favorables por Abdullah (2008) quienes encontraron que la supervivencia de *Sclerotinia sclerotiorum*, en gran medida depende de la producción y la viabilidad de los esclerocios. La reducción en la producción de esclerocios es esencial en el control del patógeno. mostró que *T. harzianum* y *B. amyloliquefaciens* inhibieron el crecimiento y la producción de micelios y esclerocios. Los aislamientos locales, *T. harzianum* y *B. amyloliquefaciens*. Parecía exhibir micoparasitismo y antibiosis, respectivamente, en el estudio *in vitro*. Como antagonistas, estos aislamientos protegieron más del 80% de las plántulas de tomate, calabaza y berenjena inoculadas con *S. sclerotiorum*. La eficacia de *T. harzianum* y *B. amyloliquefaciens* en comparación con dos productos comerciales, PlantShield y SoilGard en el control de *S. sclerotiorum*, fue similar o ligeramente menor dependiendo de la planta de cultivo.

También Živković et al. (2016) señalan que la competencia por los recursos y el espacio, el mecanismo invasivo de *Trichoderma* incluye lisis, micoparasitismo, antibiosis y resistencia inducida local o sistémica (Howell, 2003 citado por Živković et al., 2016) observó que los mecanismos de antagonismo para todos los aislamientos probados de *S. sclerotiorum* fueron a través de la competencia, la lisis y el micoparasitismo.

Asimismo, *Bacillus subtilis* inhibieron el crecimiento de todos los aislamientos probados de *S. sclerotiorum* en un 100% en comparación con el control. *Bacillus* spp. se sabe que producen antibióticos (iturina, surfactina y fenicina), enzimas que degradan la pared celular (quitinasa y -1,3 glucanasa) y volátiles antifúngicos que son efectivos contra diversos patógenos (Knox et al., 2000 citado por Živković et al., 2016). Por tanto, el control biológico de *S. sclerotiorum* se ha considerado una alternativa más natural y ambientalmente aceptable a los métodos de tratamiento químico existentes. Los resultados del presente estudio sugieren la necesidad de más experimentos sobre la actividad antagonista de las cepas de *T. harzianum* y *Bacillus* contra *S. sclerotiorum* utilizando ensayos in vivo con plantas en condiciones controladas de invernadero.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La aplicación de los biocontroladores *Trichoderma harzianum* (Tricho-D) y *Bacillus subtilis* (Serenade) a dosis sugerida por el investigador obtuvo un efecto antagónico ante *Sclerotinia sclerotiorum* logrando un control efectivo en el cultivo de alcachofa var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.

Los biocontroladores de *Bacillus subtilis* (Serenade) y de *Trichoderma harzianum* (Tricho-D) a dosis sugerida por el investigador presentaron el índice de severidad más baja con 0.50 y 0.75 respectivamente. Asimismo, registraron el porcentaje de incidencia más baja con 10.00 y 13.00%, logrando disminuir el porcentaje de plantas infectadas por *Sclerotinia sclerotiorum* en alcachofa var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.

La aplicación de Serenade y de Tricho-D a dosis sugerida por el investigador obtuvieron alta eficiencia con 79.86 y 79.69% de control de *Sclerotinia sclerotiorum*, por lo que El *T. harzianum* no solo inhibe el crecimiento de *S. sclerotiorum* sino que también lo parasitó penetrando y colonizando las hifas y mejorar el crecimiento de las plantas de alcachofa. En cuanto a *Bacillus subtilis* tiene la capacidad de producir enzimas como la quitinasa o glucanase, que destruyen la quitina o los glucanos en la pared celular de *S. sclerotiorum*, además le permitió un mayor crecimiento de las plantas de alcachofa var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.

La interacción de Serenade a dosis sugerida por el investigador (3.0 Lt/ha) reveló el mayor rendimiento con promedio de 25865 kg/ha logrando el mayor control de *Sclerotinia sclerotiorum* en el cultivo de alcachofa var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda aplicar los productos biológicos Serenade a dosis sugerida por el investigador (3Lt/ha) y de Tricho-D a dosis sugerida por el investigador (3Kg/ha) para controlar *Sclerotinia sclerotiorum* en alcachofa en Cañete u otro sector.

Realizar esta investigación en otro cultivo para comprobar su eficiencia de los productos biológicos y las dosis sugeridas.

Determinar la actividad antagónica de los productos biológicos en *Sclerotinia sclerotiorum* en condiciones de laboratorio.

CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6.1 Fuentes bibliográficas

- Abawi, G. and Grogan, R. (1979). Epidemiology of diseases caused by *Sclerotinia* species. *Phytopathology*, 69(8), 899-904.
- Abdullah, M., Nida, A. and Suleman, P. (2008). Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary with *Trichoderma harzianum* and *Bacillus amyloliquefaciens*. *Crop Protection*, 27(10), 1354-1359.
- Adams, P.B. and Ayers, W.A. (1979). Ecology of *Sclerotinia* Species. Symposium on *Sclerotinia*. *Phytopathology*, 69(8), 896-899.
- Ashwini, N. and Srividya, S. (2014). Potentiality of *Bacillus subtilis* as biocontrol agent for management of anthracnose disease of chilli caused by *Colletotrichum gloeosporioides* OGC1. *3 Biotech*, 4(2), 127–136.
- Baroja, M y Benitez, M. (2008). *Efecto de cinco bioestimulantes en el rendimiento de dos variedades de alcachofa (Cynara scolymus L.) en Pimampiro, Imbabura* (Tesis de pregrado). Universidad Tecnica Del Norte. Ibarra – Ecuador. 135p.
- Bianchini, A., Maringoni, A. and Carneiro, S. (2005). Doenças do feijoeiro (Kimati et al., Eds.). En Manual de Fitopatologia. Vol. 2. São Paulo: *Agronômica Ceres*, p 333-360
- Chen, Y., Gao, X., Chen, Y. Qin H., Huang, L. and Ha, Q. Inhibitory efficacy of endophytic *Bacillus subtilis* EDR4 against *Sclerotinia sclerotiorum* on rapeseed. *Biological Control* 78, 67-76.
- Chet, I., Ordentlich, A. and Shapira, A. (1990). Mechanism of biocontrol of soil borne plant pathogens by rhizobacteria. *Plant Soil* 129, 85–92.
- Cano, M. (2011). Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. una revisión. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 14(2), 15 – 31.
- Cornelles, B., Rillo, J. y Cano, A. 2012. Principales enfermedades del cultivo de la alcachofa en Benicarló. Hortícolas Transferencia Tecnológica. *PHYTOMA*, 244, 24-26.

- De La Torre, (2014). *Comparativo entre niveles de nitrógeno y frecuencias de aplicación en el rendimiento de alcachofa Cv. Imperial Star, bajo riego por goteo* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Elad, Y. (2000). Biological control of foliar pathogens by means of *Trichoderma harzianum* and potential modes of action. *Crop Protection* 19, 709-714.
- Estrella, M y Criollo, D. (2013). *Proyecto de prefactibilidad para producción y comercialización de alcachofa; caso práctico: empresa INAEXPO* (Tesis de pregrado). Universidad Central Del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Fernando, C., Juliatti, A., Rezende, A., Juliatti, B. and Morais, T. (2019). *Trichoderma as a Biocontrol Agent against Sclerotinia Stem Rot or White Mold on Soybeans in Brazil: Usage and Technology*. Disponible en: <https://www.intechopen.com/online-first/trichoderma-as-a-biocontrol-agent-against-sclerotinia-stem-rot-or-white-mold-on-soybeans-in-brazil-u>.
- Gálvez, M. (2014). *Paquete tecnológico del manejo agronómico del cultivo de alcachofa (Cynara scolymus L.) en condiciones del Valle De Virú* (Tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- Ghorbanpour, M., Omidvari, M., Abbaszadeh-Dahaji, P., Omidvar, R. and Kariman K. (2018). Mechanisms underlying the protective effects of beneficial fungi against plant diseases. *Biological Control*, 117, 147-157.
- Grosu, A., Siciua, O., Dobre, A., Voaideş, C. and Cornea, C. (2015). Evaluation of Some Bacillus spp. Strains for the Biocontrol of *Fusarium graminearum* and *F. culmorum* in Wheat. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 6, 559-566
- Harman, G.E., Howell, C.R., Viterbo, A., Chet, I. and Lorito, M. (2004). Trichoderma species—Opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, 2, 43-56.
- INIA, (2011). *Cultivo de alcachofa (Cynara cardunculus sub scolymus L.)*. Instituto De Investigaciones Agropecuarias, Centro de Investigación Especializado En Agricultura del Desierto y Altiplano (Cie), Inia Ururi, Región de Arica Y Parinacota. Ministerio de Agricultura. Informativo N°56. Disponible en: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR38627.pdf>

- Kamal, M., Savocchia, S., Lindbeck, K., & Ash, G. (2016). biology and biocontrol of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de bary in oilseed Brassicas. *Australian Plant Pathology Society Newsletter*, 45(1), 1-14.
- Marques, E., Martins, I., Oliveira, M., Arrais, M., Tavares, J., Padilha, J., Ward, P and Marques, C. (2016). New isolates of Trichoderma antagonistic to *Sclerotinia sclerotiorum*. *Biota Neotropica*, 16(3), 1-7.
- Maroto, J. V. (2002). *Horticultura herbácea especial*. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid, España. 702 p.
- Monteiro, F., Ferreira, L., Pacheco, L. and Souza, P. (2013). Antagonism of *Bacillus subtilis* Against *Sclerotinia sclerotiorum* on *Lactuca sativa*. *Journal of Agricultural Science*, 5(4), 214-223.
- Robles, F. (2001). *La alcachofa: Nueva alternativa para la agricultura peruana*. Prompex. Lima- Perú. 43 p.
- Saba, H., Vibhash, D., Manisha, M., Prashant, K.S., Farhan, H., Tauseef, A. (2012). Trichoderma a promising plant growth stimulator and biocontrol agent. *Mycosphere* 3(4), 524–531
- Shafi, J., Tian, H. and Ji, M. (2017). *Bacillus* species as versatile weapons for plant pathogens: a review. *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 31(3): 446-459.
- Singh, D. 1991. Biocontrol of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary by *Trichoderma harzianum*. *Tropical Pest Management* 37(4), 374-378
- Srividya, S., Sasirekha, B. and Ashwini, N. 2012. Multifarious antagonistic potentials of rhizosphere associated bacterial isolates against soil borne diseases of Tomato. *Asian Journal Plant Science Res.* 2(2), 180–186.
- Pinto, G., Heckler, L., Durigon, M., Santos, L., Lovato, M., Finger, G. and Blume, E. (2019). Biological control of white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*) in lettuce using Brazilian Trichoderma spp. Strains. *AJCS*, 13(06), 803-809.
- Tarazona, L. (2009). *Control biológico y químico de Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de Bary en alcachofa (Cynara scolymus L.)* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Terranova, (1995). *Producción agrícola*, Enciclopedia agropecuaria. pp. 298

Tozlu, E., Mohammadi, P., Senol, Kotan, M., Nadaroglu, H. and Kotan, R. (2016): Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, the causal agent of white mould disease in red cabbage, by some bacteria. *Plant Protect. Sci.*, 52, 188–198.

Zapata, C. (2014). *Comparativo de cuatro concentraciones de ácido giberélico en el crecimiento y rendimiento de tres cultivares de alcachofa (Cynara scoymus L.) en la Molina- Lima* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria De La Selva, Tingo María- Peru.

Živković, S., Gavrilović, V., Gasic, K., Ristić, D. Dimkic, V., Stankovic, S. and Fira, D. (2016). *Antagonistic effect of Trichoderma harzianum and Bacillus sp. against the lettuce pathogen Sclerotinia sclerotiorum*. Conference: VII International Scientific Agriculture Symposium “Agrosym 2016”, At Jahorina, Bosnia and Herzegovina, Volume: Book of Proceedings, 1363-1368.

ANEXOS

Anexo 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: “Control biológico de *Sclerotinia sclerotiorum* con *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* en alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. Imperial Star en Cañete”

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA		OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	MÉTODO
<p>- ¿Qué efecto causará la dosis y la aplicación de <i>Trichoderma harzianum</i> y <i>Bacillus subtilis</i> sobre el control de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) De Bary en el cultivo de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i> L.) var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete?</p> <p>- ¿Cuál será el efecto de las diferentes dosis de <i>Trichoderma harzianum</i> y de <i>Bacillus subtilis</i> con respecto a la severidad e incidencia de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> en alcachofa var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete?</p> <p>- ¿Cuál es la eficiencia de las diferentes dosis de <i>Trichoderma harzianum</i> y de <i>Bacillus subtilis</i> sobre <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> en el cultivo de alcachofa var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete?</p> <p>- ¿Cuál será el efecto de la interacción de los productos biológicos y el producto químico sobre el control <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> con respecto al rendimiento del cultivo de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i> L.) var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete?</p>		<p>- Determinar el efecto causara la dosis y la aplicación de <i>Trichoderma harzianum</i> y <i>Bacillus subtilis</i> sobre el control de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) De Bary en el cultivo de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i> L.) var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.</p> <p>- Determinar el efecto de las diferentes dosis de <i>Trichoderma harzianum</i> y de <i>Bacillus subtilis</i> con respecto a la severidad e incidencia de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> en alcachofa var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.</p> <p>- Evaluar la eficiencia de las diferentes dosis de <i>Trichoderma harzianum</i> y de <i>Bacillus subtilis</i> sobre <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> en el cultivo de alcachofa var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.</p> <p>- Determinar efecto de la interacción de los productos biológicos y el producto químico sobre el control <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> con respecto al rendimiento del cultivo de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i> L.) var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.</p>	<p>- Ho: No existe diferencias en la aplicación de las diferentes dosis de <i>Trichoderma harzianum</i> y <i>Bacillus subtilis</i> sobre el control de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) De Bary en el cultivo de alcachofa var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.</p> <p>- Ha: Al menos una dosis de <i>Trichoderma harzianum</i> y <i>Bacillus subtilis</i> tuvo efecto sobre el control de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) De Bary en el cultivo de alcachofa var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.</p> <p>- Ho: No existe diferencias en las dosis de <i>Trichoderma harzianum</i> y de <i>Bacillus subtilis</i> con respecto a la severidad e incidencia de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> en alcachofa var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.</p> <p>- Ha: Al menos una dosis de <i>Trichoderma harzianum</i> y de <i>Bacillus subtilis</i> con respecto a la severidad e incidencia de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> en alcachofa var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.</p> <p>- Ho: No existe diferencias en la eficiencia de las diferentes dosis de <i>Trichoderma harzianum</i> y de <i>Bacillus subtilis</i> sobre <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> en el cultivo de alcachofa var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.</p> <p>- Ha: Al menos una dosis tiene eficiencia de <i>Trichoderma harzianum</i> y de <i>Bacillus subtilis</i> sobre <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> en el cultivo de alcachofa var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.</p> <p>- Ho: No existe diferencias en la interacción de dosis y el producto biológico y el controlador químico sobre el control <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> con respecto al rendimiento del cultivo de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i> L.) var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.</p> <p>- Ha: Al menos una interacción de dosis y el producto biológico y el controlador químico tuvo control sobre <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> con respecto al rendimiento del cultivo de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i> L.) var. Imperial Star bajo las condiciones de Cañete.</p>	<p>VARIABLES INDEPENDIENTES (X). - Los factores a estudiar serán los siguientes:</p> <p>VARIABLES INDEPENDIENTES (X). - Los factores a estudiar serán los siguientes:</p> <p>X1: Tratamientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - T1: Dosis de 0.2 kg/ha de Tricho-D. - T2: Dosis de 0.3 kg/ha de Tricho-D. - T3: Dosis de 1.5 Lt/ha de Serenade - T4: Dosis de 3.0 Lt/ha de Serenade - T5: Dosis de 1.0 kg/ha de Cantus 500 WG - T6: Dosis de 2.0 kg/ha de Cantus 500 WG <p>VARIABLES DEPENDIENTES (Y):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Y1: Severidad de los síntomas - Y2: Incidencia de la enfermedad (%) - Y3: AUDPC - Y4: Rendimiento en (t/ha). 	<p>El tipo de investigación es experimental y el alcance es de tipo correlacional, porque se busca medir el efecto de <i>Trichoderma harzianum</i> y <i>Bacillus subtilis</i> en diferentes concentraciones, y es explicativa porque busca determinar las causas que influyen en el control de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> con las diferentes concentraciones de los productos biológicos en el cultivo de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i> L.) var. Imperial Star en el distrito de Imperial provincia de Cañete”.</p>

Anexo 2. Datos recopilados en campo para determinar la severidad

Tratamiento	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
T1: Tricho-D a dosis recomendada por la casa comercial (0.2 kg/ha)	1	2	2	2	7	1.75
T2: Tricho-D a dosis sugerida por el investigador (0.3kg/ha)	0	1	1	0	2	0.50
T3: Serenade a dosis recomendada por la casa comercial (1.5 Lt/ha)	1	1	1	2	5	1.25
T4: Serenade a dosis sugerida por el investigador (3.0 Lt/ha)	0	1	1	1	3	0.75
T5: Cantus 500 WG a dosis recomendada por la casa comercial (1 kg/ha)	3	3	4	4	14	3.50
T6: Cantus 500 WG a dosis sugerida por el investigador (2 kg/ha)	3	3	4	3	13	3.25
T7: Testigo (sin aplicar)	4	5	4	4	17	4.25
Total	12	16	17	16	54	2.25
Promedio	1.71	2.29	2.43	2.29		

Anexo 3. Datos recopilados en campo para determinar el porcentaje de incidencia

Tratamiento	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
T1: Tricho-D a dosis recomendada por la casa comercial (0.2 kg/ha)	20	20	30	20	90	22.50
T2: Tricho-D a dosis sugerida por el investigador (0.3kg/ha)	10	10	20	10	50	12.50
T3: Serenade a dosis recomendada por la casa comercial (1.5 Lt/ha)	20	20	30	30	100	25.00
T4: Serenade a dosis sugerida por el investigador (3.0 Lt/ha)	10	10	10	10	40	10.00
T5: Cantus 500 WG a dosis recomendada por la casa comercial (1 kg/ha)	50	60	50	70	230	57.50
T6: Cantus 500 WG a dosis sugerida por el investigador (2 kg/ha)	40	40	50	40	170	42.50
T7: Testigo (sin aplicar)	90	90	80	90	350	87.50
Total	240	250	270	270	940	39.17
Promedio	34.29	35.71	38.57	38.57		

Anexo 4. Datos recopilados en campo para determinar la eficiencia de control

Tratamiento	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
T1: Tricho-D a dosis recomendada por la casa comercial (0.2 kg/ha)	77.78	77.78	62.50	77.78	295.83	73.96
T2: Tricho-D a dosis sugerida por el investigador (0.3kg/ha)	88.89	88.89	75.00	88.89	341.67	85.42
T3: Serenade a dosis recomendada por la casa comercial (1.5 Lt/ha)	77.78	77.78	62.50	66.67	284.72	71.18
T4: Serenade a dosis sugerida por el investigador (3.0 Lt/ha)	88.89	88.89	87.50	88.89	354.17	88.54
T5: Cantus 500 WG a dosis recomendada por la casa comercial (1 kg/ha)	44.44	33.33	37.50	22.22	137.5	34.38
T6: Cantus 500 WG a dosis sugerida por el investigador (2 kg/ha)	55.56	55.56	37.50	55.56	204.17	51.04
T7: Testigo (sin aplicar)	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
Total	433.33	422.22	362.5	400	1322.22	55.09
Promedio	61.90	60.32	51.79	57.14		

Anexo 5. Datos recopilados en campo para determinar el rendimiento de capítulo

Tratamiento	Bloques				Total	Bloques
	I	II	III	IV		
T1: Tricho-D a dosis recomendada por la casa comercial (0.2 kg/ha)	21.56	21.30	21.70	22.21	86.8	21.7
T2: Tricho-D a dosis sugerida por el investigador (0.3kg/ha)	24.70	23.99	24.64	24.81	98.1	24.5
T3: Serenade a dosis recomendada por la casa comercial (1.5 Lt/ha)	22.41	22.75	21.98	22.80	89.9	22.5
T4: Serenade a dosis sugerida por el investigador (3.0 Lt/ha)	26.07	25.31	25.70	26.38	103.5	25.9
T5: Cantus 500 WG a dosis recomendada por la casa comercial (1 kg/ha)	14.60	14.38	15.23	15.10	59.3	14.8
T6: Cantus 500 WG a dosis sugerida por el investigador (2 kg/ha)	16.5	17.3	17.83	15.93		
T7: Testigo (sin aplicar)	6.5	6.5	5.72	6.2	24.9	6.2
Total	132.3	131.5	132.8	133.4	462.5	19.3
Promedio	18.9	18.8	19.0	19.1		