UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

TESIS

HONGOS ENDÓFITOS COMO PROMOTORES DEL CRECIMIENTO VEGETAL DE ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.) A NIVEL DE VIVERO EN CAÑETE, 2021.

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Autor: LEIVA TORRES, Luis Enrique

Asesora: Dra. Betsabe Leon Ttacca

Tipo de Investigación: Aplicada

Línea de Investigación: Agricultura Orgánica

Sub-línea de Investigación: Inoculantes Microbiales

Cañete-Lima-Perú

2021

Dedicatoria

Agradezco a Dios por darme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres: María Alicia Torres Arias y Alejandro Julián Leiva Arias, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradezco a todos nuestros docentes de la Escuela de Agronomía de la Universidad Nacional de Cañete, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de esta profesión, de manera especial, a la Dra. Betsabe Leon Ttacca, asesora del proyecto de investigación, quien ha guiado con su paciencia y su rectitud como docente. A nuestra maravillosa provincia de Cañete.

Agradecimiento

A la Dr. Betsabe Tacca Leon, quien con sus conocimientos y apoyo me guio a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados expuestos.

A la Universidad Nacional de Cañete, por brindarme todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación.

Por último, quiero agradecer a todos mis compañeros, novia y a mi familia, por apoyarme aun cuando mis ánimos decaían. En especial, quiero hacer mención de mis padres, que siempre estuvieron ahí para darme palabras de apoyo y un abrazo reconfortante.

Muchas gracias a todos.

Presentación:

El presente trabajo se centra en el estudio del efecto de los hongos endófitos como promotores del crecimiento vegetal y radicular de plantas *In-vitro* enraizadas de arándanos (*Vaccinum corymbosum* L.) con un mes de edad a nivel de vivero en la provincia de Cañete. Siendo el arándano un fruto de gran demanda y rentabilidad a nivel nacional e internacional, considerado el Perú como uno de los 5 primeros productores de arándano a nivel mundial. En este contexto la provincia de Cañete posee excelentes factores climáticos del cultivo, propiciando el incremento del área sembrada y productiva de este cultivo en particular.

Este aumento va de la mano con un uso excesivo de productos químicos y el deterioro del entorno donde se establece el cultivo; es así que la producción de arándano en la actualidad debe tomar un enfoque orgánico, tomando como estudio el uso de hongos endófitos conocido también como microorganismos promotores del crecimiento vegetal, debido a su efecto benéfico sobre la disponibilidad de fósforo y promoción de la biosíntesis de la vitamina B_2, siendo esta sustancia participe en mecanismos de promoción del crecimiento de las plantas. A su vez estos microorganismos mejoran la adaptación de los cultivos a factores bióticos y abióticos del medio ambiente, contribuye al crecimiento vegetal, mejora la nutrición vegetal, protección vegetal y el microorganismo tiene una característica única, ya que puede vivir dentro de su hospedante, generándose una asociación mutualista sin efectos adversos.

Esta nueva alternativa de producción orgánica minimiza el uso de productos químicos en los sistemas de producción del cultivo de arándano convencional y mejora la calidad de plantines de arándano (*V. corymbosum* L.) en la etapa de vivero y trasplante.

Índice de Contenido

Dedicatoria i
Agradecimiento ii
Presentación iii
Índice de contenido iv
Índice de tablas vii
Índice de Figuras xi
Resumen 12
Abstract 13
Capítulo I: Aspectos Generales 14
1.1. Realidad Problemática 14
1.2. Formulación del problema 15
1.2.1. Problema General 15
1.2.2. Problemas Específicos 15
1.3. Objetivos 15
1.3.1. Objetivo General 15
1.3.2. Objetivos Específicos 15
1.4. Hipótesis 15
1.4.1. Hipótesis General: 15
1.4.2. Hipótesis Especificas: 15
1.5. Justificación 16
Capitulo II: Marco Teórico 17
2.1. Antecedentes de la Investigación 17
2.2. Marco teórico 23
2.2.1. Origen y Distribución del Arándano 23
2.2.2. Importancia del Arándano en el Perú 23
2.2.3. Taxonomía del Arándano 24
2.2.4. Arándano Variedad Biloxi 24
2.2.5. Descripción Botánica del Arándano 24
2.2.6. Requerimientos Ambientales del Arándano 26

2.2.6.1. Suelo……..…26
2.2.6.2. Requerimientos Climáticos……26
2.2.6.3. Requerimiento Hídrico……..27
2.2.6.4. Abonamiento y Fertilización……..26
2.2.6.5. Propagación de arándano……...…….27
2.2.7. Manejo de Arándano en Vivero……..…….28
2.2.7.1. Preparación de Sustrato……....28
2.2.7.2. Acondicionamiento de Sombra 28
2.2.7.3. Manejo de Plagas y Enfermedades de Arándano en Vivero. 28
2.2.8. Microorganismos Promotores de Crecimiento Vegetal 28
2.2.8.1. Mecanismos de Acción de Microorganismos Promotores de Crecimiento……29
2.2.9. Hongos Endófitos..... 29
2.2.9.1. Origen y Evolución de Hongos Endófitos 29
2.2.9.2. Ecología de Microorganismos Endófitos……..……31
2.3. Definición de Términos..... 31
Capitulo III: Marco Metodológico 33
3.1. Definición de Variables..... 33
3.1.1. Variable Independiente 33
3.1.2. Variable Dependiente..... 33
3.2. Operacionalización de Variables..... 33
3.3. Tipo y Diseño de la Investigación 35
3.3.1. Tipo de Investigación..... 35
3.3.2. Diseño Experimental..... 35
3.3.3. Ubicación Geográfica y Descripción del Campo Experimental 37
3.3.3.1. Coordenadas UTM. 37
3.3.3.2. Ubicación Política del Experimento..... 37
3.4. Población y Muestra 38
3.4.1. Población..... 38
3.4.2. Muestra. 38

3.5. Procedimiento de la Investigación 38
3.5.1. Adquisición de Plantas In-vitro Enraizadas de Arándano. 38
3.5.2. Multiplicación de Hongos Endófitos en Laboratorio 39
3.5.2.1. Preparación de Medio Papa Sacarosa agar 39
3.5.2.2. Preparación de Medio Líquido Melaza-Levadura 40
3.5.2.3. Inoculación de hongo endófito en Medio líquido levadura- melaza. 40
3.5.2.4. Preparación de Sustrato de Arroz 41
3.5.2.5. Multiplicacíon de Hongos Endófitos en Sustrato de Arroz 42
3.5.2.6. Cosecha de arroz inoculado con hongos endófitos 43
3.5.2.7. Control de Calidad de Hongos Endófitos 44
3.5.2.7.1. Conteo de Conidias y Requerimiento de Gramos de Arroz por Cepa 44
3.5.2.7.2. Prueba de Pureza. 44
3.5.3. Preparación y Esterilización de Sustrato para el Crecimiento de Vitroplantas de Arándano en Vivero 45
3.5.4. Instalación de Vivero 46
3.5.5. Trasplante de vitroplantas de arándano en vivero 47
3.5.7. Manejo de Plantines en Vivero 49
3.5.7.1. Aplicación de riego 50
3.5.7.2. Manejo de Fertilización. 50
3.5.7.3. Manejo Fitosanitario. 50
3.5.8. Análisis Estadístico y Supuestos del Proyecto 51
3.5.9. Hipótesis Estadísticas 51
3.6. Parámetros de Evaluación 52
3.7. Datos meteorológicos durante la investigación 53
3.8. Supuestos de Normalidad y Homogeneidad 55
3.8.1. Prueba de Normalidad de Varianza 55
3.8.2. Prueba de Homogeneidad de varianza 55
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES 58
4.1. Efecto de los hongos endófitos en el crecimiento vegetativo de arándano (Vaccinum corymbosum L.) 58
4.1.1. Altura de planta 59
4.1.2. Diámetro de tallo 60

4.1.3. Número de Hojas 63
4.1.4. Número de Brotes 66
4.1.5. Biomasa Fresca Áerea 69
4.1.6. Biomasa Seca Aérea 70
4.2. Efecto de los Hongos Endófitos en el Crecimiento Radicular de Arándano (Vaccinum corymbosum L.) 72
4.2.1. Biomasa fresca radicular 72
4.2.2. Biomasa seca radicular 73
4.3. DISCUSIONES 75
CAPITULO VI: CONCLUSIONES 78
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES 79
CAPITULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 80
ANEXOS 91
Anexo 1. Matriz de consistencia 91
Anexo 2. Conteo de conidias del proyecto de tesis 92
Anexo 3. Mapa de ubicación del Proyecto: 93
Anexo 4: Fotos de proyecto de investigación 93
Anexo 5: Base de datos altura de planta 96
Anexo 6: Base de datos diámetro de tallo 97
Anexo 7: Base de datos numero de brotes 98
Anexo 8: Base de datos numero de hojas 99
Anexo 9: Base de datos biomasa fresca y seca aérea y radicular 100

Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de Variable independiente e dependientes en proyecto de tesis……34

Tabla 2. Tratamientos utilizados en el proyecto de investigación……36

Tabla 3. Resultados de Prueba de Normalidad en las ocho variables del estudio proyecto Hongos endófitos promotores del crecimiento vegetal de arándano…….55

Tabla 4. Resultados prueba de Homogeneidad en las ocho variables de estudio proyecto Hongos endófitos promotores del crecimiento vegetal de arándano…….56

Tabla 5. Pruebas de Análisis de varianza elegidas según supuestos de Normalidad y Homogeneidad…57

Tabla 6. Análisis de varianza de las evaluaciones altura de planta (mm) de plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en cañete, 2021……..……58

Tabla 7. Comparación de promedios por evaluación en la variable altura de planta (mm) de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en cañete, 2021…….59

Tabla 8. Análisis de varianza de las evaluaciones del diámetro de tallo (mm) de plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en cañete, 2021……61

Tabla 9. Comparación de promedios de las evaluaciones diámetro de tallo (mm) de plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en cañete, 2021……62

Tabla 10. Análisis de varianza de las evaluaciones número de hojas de plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en cañete, 2021…….64.

Tabla 11. Comparación de promedios de las evaluaciones número de hojas de plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en cañete, 2021. …….65

Tabla 12. Análisis de varianza de las evaluaciones número de brotes de plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en cañete, 2021…….67

Tabla 13. Comparación de promedios de las evaluaciones número de brotes de plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en cañete, 2021. ……..68

Tabla 14. Análisis de varianza de las evaluaciones biomasa fresca aérea de plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en cañete, 2021…….……69

Tabla 15. Análisis de varianza de las evaluaciones biomasa seca aérea de plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en cañete,2021……..71

Tabla 16. Análisis de varianza Kruskal Wallis en variable biomasa fresca radicular de plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en cañete, 2021…….72

Tabla 17. Análisis de varianza Kruskal Wallis en variable biomasa seca radicular de plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en cañete, 2021……..74

Índice de Figuras

Figura 1. Características de plantas de arándano In-vitro enraizadas con 1 mes de edad……..38

Figura 2. Elaboración de medio PDA y colonización de hongo endófito…….……..39

Figura 3. Preparación de medio liquido melaza-levadura en laboratorio UNDC…….……..40

Figura 4. Inoculación de hongos endófitos en Medio liquido levadura melaza……..41

Figura 5. Proceso de preparación de sustrato de arroz para la multiplicación de hongos endófitos……..42

Figura 6. Proceso de incubación y esporulación de hongos endófitos en arroz……..43

Figura 7. Cosecha y almacenaje de hongos endófitos en laboratorio de Sanidad vegetal, sede CNI de la UNDC…….43

Figura 8. Preparación de concentraciones de hongos endófitos para el conteo de esporas ……...44

Figura 9. Proceso de prueba de pureza de hongos endófitos en arroz……45

Figura 10. Preparación de sustrato de vivero para plantas de arándano In-vitro enraizadas……..46

Figura 11. Instalación de vivero en la sede CNI de la UNDC……46

Figura 12. Proceso de trasplante de vitroplantas enraizadas de arándano en vivero…….…….47

Figura 13. Proceso de aplicación de hongos endófitos en plántulas de arándano trasplantadas……49

Figura 14. Aplicación de riegos durante la fase experimental del proyecto……...49

Figura 15. Fertilización de arándano con 2 meses de edad……50

Figura 16. Presencia de trips en arándano y productos químicos de control…….51

Figura 17. Temperatura promedio por día durante ejecución de proyecto……54

Figura 18. Humedad relativa promedio diaria durante ejecución de proyecto……..54

Figura 19. Tercera evaluación de la altura de planta (mm) en plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en Cañete, 2021…….60

Figura 20. Tercera evaluación del diámetro de tallo (mm) en plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en Cañete, 2021…….63

Figura 21. Tercera evaluación del número de hojas en plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en Cañete, 2021…….66

Figura 22. Tercera evaluación de número de brotes en plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en Cañete, 2021…….69

Figura 23. Evaluación de biomasa fresca de aérea (gramos) en plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en Cañete, 2021……70

Figura 24. Evaluación de biomasa seca áerea (gramos) en plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en Cañete, 2021…….…….71

Figura 25. Evaluación de biomasa fresca radicular (gramos) en plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en Cañete, 2021……..73

Figura 26. Evaluación de biomasa seca radicular (gramos) en plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en Cañete, 2021……..74

Figura 27. Instalación de proyecto de arándano…….93

Figura 28. Plantas de arándano con 2 meses de edad…….93

Figura 29. Pesaje de área foliar y radicular de plantas de arándano……..94

Figura 30. Cepas de hongos endófitos en placas Petri…….…..94

Figura 31. Tesista y Asesora en vivero de proyecto hongos endófitos en cultivo de arándano……94

Figura 32. Preparación de cepas para aplicación vía drench en arándano…….94

Figura 33. Croquis de experimento……...…….……95

Figura 34. Lavado de raíces para cálculo de biomasa fresca y seca radicular…….…..95

Figura 35. Datos de biomasa seca aérea……....95

Figura 36. Datos de altura de planta de proyecto de tesis…….…95

Resumen

El presente proyecto de investigación busca asegurar la producción de arándano, tomando un enfoque orgánico, basado en el uso de microorganismos benéficos, para lo cual, se determinó el efecto de la aplicación de hongos endófitos en el crecimiento vegetal de arándano (*Vaccinum corymbosum* L. var. Biloxi) a nivel de vivero en Cañete. Se ejecutó bajo un diseño completo al azar (DCA) con 21 tratamientos, con 20 cepas de hongos endófitos de los géneros *Trichoderma, Alternaria, Ulocladium, Nigrospora, Cladosporium, Aspergillus, Stemphylium, Fusarium* y un testigo. Las cepas fueron proporcionadas por el laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional de Cañete. Estas cepas de hongos endófitos se multiplicaron en sustrato a base de arroz, luego se inocularon en vitroplantas de arándano enraizadas de 1 mes edad. Las aplicaciones de hongos endófitos se realizaron cada 15 días durante 3 meses, se realizaron evaluaciones de altura de planta, diámetro de tallo, número de brotes, número de hojas cada 30 días. Los datos fueron analizados con el paquete estadístico Infostat. De acuerdo a los resultados y en las condiciones realizadas del presente trabajo de investigación, se concluye que la cepa H93 del género *Trichoderma* (T3) fue el mejor tratamiento en el crecimiento vegetativo de plántulas de arándano, influyendo positivamente en las variables: número de hojas (55.5 hojas), diámetro de tallo (2.92 mm), número de brotes (3.6 brotes), biomasa fresca aérea (8.12 g) y biomasa seca aérea (2.55 g) con respecto al testigo. En el otro extremo las cepas H78 y H106 del género *Fusarium (T*19 y T20) obtuvieron los efectos menos favorables en el diámetro de tallo (2.26 y 2.25 mm), número de hojas (35 hojas y 36.7 hojas), biomasa fresca aérea (4.63 g y 4.98 g), biomasa seca aérea (1.26 g y 1.31 g). Los hongos endófitos se comportaron igual que el testigo en el crecimiento radicular. No obstante, en la variable biomasa fresca radicular se observó un efecto positivo en las cepas del género *Trichoderma* (Tratamiento 1,2,3) con 3.67, 4.16 y 3.96 gramos de biomasa fresca radicular en comparación con el testigo (2.48 gramos). El menor efecto se observó en las cepas H78 y H106 del género *Fusarium (T*19 y T20) con valores de 2.0 gramos y 2.03 gramos respectivamente. En la biomasa seca radicular, los tratamientos con mejor resultados son los tratamiento 8 (cepa H41 *Cladosporium)* y el tratamiento 5 (cepa H20 *Alternaria*) con un media de 0.72 gramos para ambos tratamientos. Como peores tratamientos tenemos el tratamiento 20 (cepa H106 *Fusarium*) y el tratamiento 9 (cepa H95 *Cladosporium*) con una media de 0.39 gramos respectivamente.

Palabras claves: hongo endófito, *Trichoderma*, arándano, plantas *In-vitro* enraizadas, vivero

Abstract

The present research project seeks to ensure the production of blueberry, taking an organic approach, based on the use of beneficial microorganisms, for which the effect of the application of endophytic fungi on plant growth of blueberry (*Vaccinum corymbosum* L. var. Biloxi) at nursery level in Cañete was determined. It was carried out under a complete randomized design (CRD) with 21 treatments, with 20 strains of endophytic fungi of the genera *Trichoderma, Alternaria, Ulocladium, Nigrospora, Cladosporium, Aspergillus, Stemphylium, Fusarium* and a control. The strains were provided by the Plant Health Laboratory of the National University of Cañete. These strains of endophytic fungi were multiplied in rice-based substrate, then inoculated on 1-month-old rooted blueberry plants in vitro. Applications of endophytic fungi were made every 15 days for 3 months, and evaluations of plant height, stem diameter, number of shoots and number of leaves were made every 30 days. The data were analyzed with the statistical package Infostat. According to the results and under the conditions of the present research work, it is concluded that strain H93 of the genus *Trichoderma* (T3) was the best treatment in the vegetative growth of blueberry seedlings, positively influencing the variables: number of leaves (55.5 leaves), stem diameter (2.92 mm), number of shoots (3.6 shoots), aerial fresh biomass (8.12 g) and aerial dry biomass (2.55 g) with respect to the control. At the other extreme, strains H78 and H106 of the genus *Fusarium* (T19 and T20) obtained the least favorable effects on stem diameter (2.26 and 2.25 mm), number of leaves (35 leaves and 36.7 leaves), aerial fresh biomass (4.63 g and 4.98 g), aerial dry biomass (1.26 g and 1.31 g). The endophytic fungi behaved the same as the control in root growth. However, in the variable fresh root biomass, a positive effect was observed in the strains of the genus *Trichoderma* (Treatment 1,2,3) with 3.67, 4.16 and 3.96 grams of fresh root biomass compared to the control (2.48 grams). The lowest effect was observed for strains H78 and H106 of the genus *Fusarium* (T19 and T20) with values of 2.0 grams and 2.03 grams, respectively. In root dry biomass, the treatments with the best results were treatment 8 (strain H41 *Cladosporium*) and treatment 5 (strain H20 *Alternaria*) with a mean of 0.72 grams for both treatments. The worst treatments were treatment 20 (strain H106 *Fusarium*) and treatment 9 (strain H95 *Cladosporium*) with a mean of 0.39 grams respectively.

Key words: endophytic fungus, *Trichoderma*, blueberry, in-vitro rooted plants, nursery.

Capítulo I: Aspectos Generales

1.1. Realidad Problemática

El arándano (*Vaccinum corymbosum* L.) en la última década se ha posicionado como una de las frutas de mayor demanda y rentabilidad a nivel nacional e internacional. Ante esta perspectiva Posada (2019) expone que el Perú, se encuentra entre los 5 primeros productores de arándano a nivel mundial. Siendo, sus principales países destino para este producto los Estados Unidos, seguido de Holanda, Inglaterra, China y finalmente España.

En este contexto el valle de Cañete, presenta excelentes características climáticas para el cultivo, por lo que se observa en los últimos años un incremento del área sembrada y una mayor producción de plantines de arándano en etapa de vivero. Según Suarez (2019) pone como ejemplo a la empresa Blueberries Perú-Viveros Internacionales cuya operación en Cañete iniciaron a partir del año 2009, a la actualidad posee uno de los primeros viveros tecnificados para la generación de plantines de arándanos con alta calidad. En promedio llega a producir dos millones de plantas cada campaña, esto depende de la constante creciente demanda del área sembrada a nivel nacional. En este sentido Rojas (2020) señala que en 2016 se contaban con 2,316 hectáreas sembradas, para el 2020 se llegaron a las 10,963 hectáreas sembradas. Y para el 2021 se pronostica un crecimiento del 35% de áreas sembradas en la superficie del Perú, llegando aproximadamente a las 14 mil hectáreas sembradas de arándano a nivel nacional.

Sin embargo, gran parte de las áreas de producción de arándano se maneja de manera convencional, haciendo uso intensivo de productos químicos, para atenuar factores bióticos y abióticos adversos del cultivo en la provincia de Cañete, a esto se suma una falta de vigorosidad y el estrés post trasplante que sufre los plantines al pasar de vivero a campos de producción definitivo.

Estas dificultades observadas se deben en gran parte a la falta de conocimiento sobre tecnologías para el cultivo de arándano de manera orgánica a través de la producción de plantas manejadas adecuadamente en las etapas de viveros, es así que el uso de microorganismos promotores del crecimiento asociado a la misma planta (hongos endófitos) están tomando gran relevancia en el sector agroindustrial. Por lo que, en el presente trabajo,

se buscó nuevas técnicas de producción que contribuyan con mejorar el crecimiento de arándano en vivero, siendo un cultivo de gran importancia actual en nuestra agricultura.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Qué efecto tienen los hongos endófitos en el crecimiento vegetal de arándanos (*V. corymbosum* L.) a nivel de vivero en Cañete, 2021?

1.2.2. Problemas Específicos

¿Cómo influye la aplicación de hongos endófitos en el crecimiento vegetativo de arándano ((*V.corymbosum* L.) a nivel de vivero en Cañete, 2021?

¿Cuál es el efecto de aplicación de los hongos endófitos en crecimiento radicular de arándano (*V. corymbosum* L.) a nivel de vivero en Cañete, 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar el efecto de la aplicación de hongos endófitos en el crecimiento vegetal de arándano (*V. corymbosum* L.) a nivel de vivero en Cañete, 2021.

1.3.2. Objetivos Específicos

Evaluar el efecto de los hongos endófitos en el crecimiento vegetativo de arándano (*V. corymbosum* L.) a nivel de vivero en Cañete, 2021.

Evaluar el efecto de los hongos endófitos en el crecimiento radicular de arándano (*V. corymbosum* L.) a nivel de vivero en Cañete, 2021.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis General:

La aplicación de hongos endófitos promueve el crecimiento vegetal de arándano (*V. corymbosum* L.) a nivel de vivero en Cañete, 2021.

1.4.2. Hipótesis Especificas:

La aplicación de los hongos endófitos promueve el crecimiento vegetativo de arándano (*V. corymbosum* L.) a nivel de vivero en Cañete, 2021.

La aplicación de hongos endófitos promueve el crecimiento radicular de arándano (*V. corymbosum* L.) a nivel de vivero en Cañete, 2021.

1.5. Justificación

El Perú en la actualidad según Posada (2019) se posiciona como el principal proveedor mundial de arándanos, la producción de este cultivo en la totalidad lleva un manejo convencional, sin tomar un enfoque orgánico requerido por los mercados más exigentes, es así que el presente estudio busca asegurar el sistema de producción de arándano, haciendo uso de hongos endófitos promotores del crecimiento vegetal. En este sentido You *et al.* (2020) muestra sus beneficios en el cultivo, entre ellos tenemos que los hongos endófitos mejoran la disponibilidad de fósforo y promueven la biosíntesis de la vitamina B_2, siendo esta sustancia participe en mecanismos de promoción del crecimiento de las plantas. Esto a su vez influye en la mejor adaptación de los cultivos a factores bióticos y abióticos del medio ambiente, contribuye al crecimiento vegetal, mejora la nutrición vegetal y el microorganismo endófito puede vivir dentro de su hospedante, generándose una asociación mutualista sin efectos adversos. Esta nueva alternativa de producción orgánica reduce el uso de productos químicos reduciendo la contaminación ambiental del aire y del agua, mejora la calidad de plantines de arándano (*V. corymbosum* L.) para ser trasplantadas a campo definitivo, acceso a certificaciones orgánicas que contribuyan al valor agregado del producto y además genera puestos de trabajo para profesionales con especialidades en agricultura orgánica y uso de microorganismos benéficos.

Capitulo II: Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la Investigación

Arriagada et al. (2012) realizaron el estudio del crecimiento inicial de la planta y algunos cambios bioquímicos observados en suelo cerca a rizosfera de arándano *(V. corymbosum* L.) obtenidas de cultivo *In-vitro* e inoculadas con seis cepas de hongos micorrízicos arbusculares (AM) *(Gigaspora rosea; Glomus claroideum; G. deserticola; G. intraradices*; *G. constrictum* y *G. viscosum)* y cinco hongos *saprofitos (Phanerochaete chrysosporium; Coriolopsis rigida; Trichoderma harzianum; Trametes versicolor;* y *Penicillium chrysogenum).* Los resultados muestran colonización de raíces del tratamiento con AM en un 25-46%. Además, se presentó un aumento significativo en la longitud de brotes y raíces de las plántulas inoculadas de arándano con *G. intraradices + C. rigida y G. viscosum + P chrysosporium*. En otro punto, *G. claroideum + T. versicolor* mostró el aumento en la actividad de la enzima deshidrogenasa. Estos resultados concluyen que los hongos endofitos son una alternativa biológica viable para promover el crecimiento de plántulas de arándano provenientes de cultivo *In-vitro* en sus primeras etapas de crecimiento.

Bilal et al. *(*2018) estudian los microorganismos endófitos, tomando énfasis en la promoción del crecimiento, para ello se aislaron dos hongos endofíticos: *Aspergillus fumigatus* (TS1) y *Fusarium proliferatum* (BRL1), provenientes de raíces de *Oxalis corniculata.* Con la aplicación de hongos aislados se buscó analizar la capacidad para promover el crecimiento en plantas de arroz mutante (Waito-C). Como resultados las plantas de arroz asociadas con TS1 y BRL1 han mostrado mayor contenido de clorofila, longitud de brotes, de raíz y producción de biomasa. La actividad promotora del crecimiento de los endófitos en arroz, puede ser el efecto diversos tipos de ácido indol acético y giberelinas. Los resultados exponen la importancia del uso de hongos endófitos en la promoción del crecimiento vegetal.

Kandar et al. (2018) exponen su estudio sobre hongos endofíticos aislados de raíces de gramíneas, con efecto promotor del crecimiento en el cultivo de arroz. Se inicio con el aislamiento de 124 hongos endófitos provenientes de las gramíneas *Pennisetum purpureum, Imperata cylindrica*, *Saccharum officinarum*, *Zea mays*, *Oryza sativa* y *Cyperus rotundus*. De todos los aislamientos identificados fueron 12 aislamientos los que demostraron un efecto promotor del crecimiento sobre el arroz, para ello se realizó la aplicación de estos hongos en plántulas de arroz

y se estudió las variables germinación de semillas, largo de planta, crecimiento de raíz y grado de colonización en raíz. Como resultado significativo se obtuvo el aislado I-11 identificado como *Phialemonium dimorphosphorum*, con mejores resultados para promover el crecimiento de arroz en condiciones de invernadero.

Rothen (2015) expone el comportamiento y interacción de hongos endófitos, en trigo (*Triticum aestivum*) y la soja (*Glycine max*) cultivados intensivamente en Argentina. El ensayo se realizó en condiciones de invernadero, para el caso del trigo, consistió en colocar plántulas de trigo ya inoculada con cada endófito o sin inocular. Para el caso de la soya se aplicaron una mezcla de hongos endófitos junto con bacterias fijadoras de nitrógeno. El experimento tuvo una duración de 60 días, pasado este tiempo se procedió a medir siguientes variables respuesta del ensayo: área foliar, N° de hojas, biomasa seca de vástago (BSV), biomasa seca de raíz (BSR). Los resultados muestran a *Cladosporium sphaerospermum*, como un bio-estimulante promotor del crecimiento de ambos cultivos estudiados, observándose un incremento del área foliar y en el número de hojas, esto se debe a la asociación de *Cladosporium sphaerospermum* con las bacterias fijadoras de nitrógeno, teniendo un efecto nutricional benéfico en trigo y soja, además facilita la capacidad para disponer de fuentes orgánicas de Nitrógeno, elaboración de enzimas con acción importante sobre la degradación de celulosa y generación de ácido indol acético (AIA).

Gutiérrez (2018) estudió la aplicación de cuatro cepas de hongos endofíticos extraídos de raíces, con el objetivo de evaluar el efecto promotor sobre la germinación y desarrollo del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) bajo condiciones *In-vitro* y en vivero. Las cepas aisladas son la cepa A (*Fusarium sp*), cepa B (*Chaetomium sp*), cepa C (*Cephalosporium sp*) y cepa D (*Cochliobolus sp*). El procedimiento para la inoculación de hongos endófitos en el trasplante de las plántulas de tomate árbol se lo realizó en la cámara de flujo laminar para evitar la contaminación. En esta etapa se sumergió las raíces en "solución micelar" por 30 segundos, una vez inoculadas, se colocaron en vivero. Los resultados mostraron como mejor tratamiento a la cepa B en etapa de vivero, debido a que redujo el tiempo de germinación a 25 días y aumento el porcentaje de semillas germinadas, siendo significativamente superior al testigo. Así mismo se mostró un efecto positivo significativo en las variables de conductancia estomática, biomasa radicular, altura de la planta y tiempo de sobrevivencia hasta los 60 días.

Mejía (2018) expone el efecto antagónico de cinco hongos endófitos aislados del género *Trichoderma*, en el cultivo de Arándano bajo invernadero, realizó una solución concentrada de 10^8 conidias/ml para cada tratamiento y se aplicó al sustrato 200 ml de solución de controlador por planta, después cada 15 días se siguió realizando la inoculación de *Trichoderma* en las plantas. Se planteo un Diseño Completamente al azar (DCA) y se utilizó los parámetros: diámetro del tallo, biomasa fresca de área foliar, biomasa seca de área foliar, altura de planta, longitud de raíces, biomasa fresca de raíces, biomasa seca de raíces, Porcentaje de raíces enfermas. Según los resultados se demostró que la aplicación de *Trichoderma harzianum* cuenta con capacidad antagonista y esto se observó por el aumento del crecimiento de raíces. Al culminar el experimento, los tratamientos tienen una reducción de la incidencia de enfermedades, favoreciendo en variables de crecimiento vegetal, con mayor biomasa fresca y biomasa seca de la planta.

Leal *et al.* (2017) estudiaron el uso del yeso agrícola conjuntamente con la aplicación de microoganismos endófitos *Trichoderma harzianum, Pseudomonas fluorescens, Bacillus cereus*, B. *subtilis,* como biopromotor de crecimiento vegetal en el cultivo de Papa (*Solanum tuberosum* L.). Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos en condiciones de sombra y la aplicación de riego por goteo. Los tratamientos planteados fueron: Testigo (T1), *Trichoderma harzianum* mezclado con 40 kg por hectárea de calcio (T2), *Pseudomonas fluorescens* y *Trichoderma harzianum, B. cereus, B. subtilis* mezclado con 40 kg hectárea de calcio (T3). Los parámetros de evaluación fueron contenidos de clorofila, composición nutrimental de hoja, altura de planta, número de tuberculoso y peso de tubérculo. En los resultados de clorofila no se encontró ninguna diferencia entre tratamientos, en altura de planta el testigo superó significativamente a los demás tratamientos, con respecto al número de tubérculos se observó un 51.5 % y un rendimiento de 49.4 % del T3 en comparación al testigo. En la variable de incidencia, el T3 mostro un 9% de incidencia *Streptomyces* en comparación al testigo con un 32.14 %. De manera general el T3 mostro mejores resultados en el rendimiento y calidad que los demás tratamientos.

Camargo y Ávila (2013) determinaron como influye la aplicación de hongos endófitos del género *Trichoderma* sp. en las variables desarrollo y crecimiento de la arveja (*Pisum sativum* L.). Se empezó aislando las cepas nativas de *Trichoderma* sp. provenientes del suelo del cultivo de arveja; luego se procedió a hacer las diluciones preparadas de cepas nativas y comerciales de

Trichoderma sp. Se inocularon y evaluaron las variables de crecimiento y desarrollo. Los resultados mostraron que la aplicación de *Trichoderma* sp. comercial muestran resultados notablemente superiores de crecimiento y desarrollo, influyendo significativamente en la germinación, área foliar, biomasa fresca de la parte aérea, biomasa seca de la parte aérea, biomasa fresca de la raíz, biomasa seca de la raíz, longitud de raíz; favoreciendo de esta manera el rendimiento del cultivo de Arveja.

Cascante y Furcal (2018) estudiaron el uso de tres biorreguladores de crecimiento, *Trichoderma harzianum,* fertilización con zinc y boro mediante la aplicación foliar buscando promover el desarrollo de rebrotes en el cultivo de café Catuaí (*Coffea arabica* L.). El diseño utilizado fue bloques completos al azar, teniendo como variables respuesta: altura y grosor de tallo, número de entrenudos y número de flores, longitud de bandola. Se evaluó 5 tratamientos, entre ellos tenemos tratamientos a base de *Trichoderma* sp, Acido giberelico, acido húmicos y una asociación Boro/Zinc, la metodología se basó en realizar cuatro mediciones, la primera antes de la aplicación de tratamientos y cada 30 días de la primera aplicación. Los tratamientos se aplicaron manualmente con una mochila de espalda al inicio, a las 30 y a los 60 días post plantación. Con respecto a la aplicación del hongo *Trichoderma harzianum*, se utilizó una concentración de esporas de 10^9 /ml, esta concentración se aplicó vía drench, utilizando una dosis de 34,65 mililitros por litro de agua para así generar una concentración de esporas de 10^6 /ml, en un volumen de 200 litros por hectárea. Los resultados no muestran un efecto significativo sobre las variables evaluadas utilizando los reguladores de crecimiento y el hongo *T. harzianum*. Solo el Tratamiento a base de Boro-Zinc muestra resultados significativos.

Candelero et al. (2015) evaluaron 14 cepas nativas de *Trichoderma* spp. extraídas de zonas silvestres y agrícolas en México, estas cepas tenían funciones como promotores del crecimiento en plantines de *Capsicum chinense* Jacq. y antagonismo con etapas juveniles de segundo estadio de la especie *Meloidogyne incognita*. Se inicio la parte experimental, desinfectando las semillas con hipoclorito de sodio al 1%, y se depositó en bandejas de poliestireno de 200 cavidades, se utilizó un sustrato comercial de la zona. Posteriormente, se realizaron tres aplicaciones con las cepas de *Trichoderma*, la primera al momento de la siembra, y la segunda y la tercera a los 15 y 30 días, respectivamente, después de la germinación de las semillas. Al final del experimento se concluyó como las cepas Th05-02 y Th27-08 mostraron resultados estadísticamente superiores en

la variable altura de planta con un aumento del 55,57 % y 47,62%, la cepa Th07-04 presento incremento de longitud de raíz en un 29,48%, los aislamientos de las cepas Th02-01 y Th07-04 incrementaron el volumen radicular en un 84,61 % al 48,71% respectivamente y un 53,40% de la biomasa seca total.

Arias (2016) evaluó los efectos de dos especies de *Trichoderma* (*T. koningii* y *T. harzianum*), aplicación de Ácido alfa-naftalenoacético y un testigo a base de agua, como promotores del crecimiento de raíces primarias en estacas de mora castilla (*Rubus glaucus*). Para las dos especies de *Trichoderma* se evaluaron 5 diferentes dosis. La concentración de las cepas fue de 1,96 x 10^7 esporas/ml y para el ácido alfa-naftalenoacético se utilizó una dosis de 3,3 gr/l, para la inoculación se procedió a remojar hasta la altura de la segunda yema de cada estaca en un periodo de 16 horas a todos los grupos de estacas con su tratamiento correspondiente. Las variables fueron: longitud de raíces, número y biomasa seca del área radicular, número de brotes con área foliar a los 45, 60 y 75 días de realizar la plantación de las estacas. El diseño experimental utilizado fue Diseño Bloque Completamente al Azar (DBCA) con 3 repeticiones. Los resultados mostraron ninguna diferencia significativa, entre las dos especies de *Trichoderma* y el testigo.

Cubillos et al. (2009) ejecutaron un ensayo bajo condiciones de laboratorio e invernadero, con el objetivo de evaluar el efecto de la cepa nativa TCN-014 y la cepa comercial TCC-005 del hongo *Trichoderma harzianum* en la etapa de germinación y el crecimiento inicial del cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis var. flavicarpa* Degene). Las variables de evaluación fueron número de semillas germinadas, tiempo de germinación y el tiempo promedio de germinación durante los 15 primeros días. Para ello se inició con la desinfección de la semilla en hipoclorito de sodio al 1% y se procedió a utilizar tres concentraciones de hongo *Trichoderma* (10^4, 10^6 y 10^8 conidios/ml). Cada unidad experimental fue inoculada con 1 ml de suspensión. Una vez evaluada la germinación, se trasladó las semillas germinadas a un invernadero, donde fue trasplantadas las semillas al suelo, fueron inoculadas nuevamente con 4 ml de las suspensiones de 10^4, 10^6 y 10^8 conidios/ml de *T. harzianum* y un testigo sin inocular. Después de dos meses se registró el número de hojas verdaderas, se midió la altura, el grosor del tallo en la base, la longitud de la raíz y se determinó la biomasa seca de área total. Los resultados concluyeron que todos los tratamientos tuvieron un efecto positivo sobre la germinación de semillas y el desarrollo de las plántulas de maracuyá; la cepa nativa con la formulación de 10^6 y 10^8 conidias / ml. presentaron

los mejores resultados en comparación a la cepa comercial de *Trichoderma.* En conclusión, se logró comprobar la acción de *T. harzianum* como promotor de crecimiento vegetal en maracuyá.

Acurio y España (2017) expusieron su estudio sobre cepas nativas aisladas de *Trichoderma* spp. con potencial promotor del crecimiento vegetativo en trébol blanco (*Trifolium repens*) y raygrass (*Lolium perenne*). Las cepas nativas fueron identificadas utilizando claves morfológicas, identificándose a *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*. Las variables respuesta se evaluaron cada 3 cortes en un periodo de 45 días por cada corte realizado, después de cada corte se fertilizo los forrajes, con la aplicación de *Trichoderma* a una formulación de 10^6, Compost con 45% materia orgánica, fertilizante químico (Fertiforraje). El modo de Aplicación de las cepas nativas se realizó junto al sustrato sólido en una concentración de 10^6, se aplicó vía drench en las parcelas experimentales. Adicionalmente se aplicó materia orgánica (compost con 45% MO) y fertilizante químico sintético (Fertiforraje) para realizar las respectivas comparaciones. Los resultados mostraron como mejor tratamiento, a la aplicación de *Trichoderma harzianum* +materia orgánica + Fertilización alta, presentando una materia verde promedio de 12,72 Toneladas/ha por cada corte realizado y el tratamiento *Trichoderma viride* + materia orgánica + Fertilización baja con una materia verde promedio de 11,55 Toneladas/ha por cada corte, siendo estos dos tratamientos superiores al testigo y el tratamiento químico.

Ortiz (2017) en su estudio empleó cinco cepas de hongos endófitos del género *Trichoderma sp*, para la aplicación en plantas de quinua utilizando dos métodos: Semillas paletizadas y Vía Drench al suelo. Se planteó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2 métodos de inoculación y 5 cepas de *Trichoderma sp* más dos tratamientos testigos. El proceso de inoculación se realizó a los 3 días después de la siembra se aplicó el método 1: Vía Drench suelo, en este método se sembró 3 semillas por bolsa y se procedió al riego con una suspensión de conidias de *Trichoderma* sp de 230 ml por unidad experimental. Para el Método 2: Semilla peletizada, en este método se sumergió las semillas de quinua con la misma cantidad de suspensión para el método anterior y posteriormente a ello, se sembró 3 semillas peletizadas por cada bolsa. El experimento se realizó en invernadero y tuvo una duración de seis meses. Las variables evaluadas fueron altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, longitud de raíz, rendimiento de grano, biomasa, contenido de nitrógeno, fosforo, potasio en tejido vegetal y características químicas del suelo terminado la cosecha. Los resultados demostraron el efecto positivo de las cepas

de *Trichoderma* sobre el crecimiento y rendimiento de quinua bajo el método de semilla paletizada. Con el método Vía Drench también se mostraron efectos positivos, en las variables altura de planta y biomasa. Además, todos los tratamientos demostraron ser superiores en comparación del testigo.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Origen y Distribución del Arándano

García et al. (2018) mencionan que el arándano es un cultivo originario del Norte de América, encontrándose especies en estado silvestre; los primeros intentos de ser cultivado fueron un fracaso, debido a su manejo inadecuado y no conocer los requerimientos del suelo, en cuanto al pH acido. Fue Elizabeth Coneman White, progenitora de un agricultor que cultiva frutos de Cramberry en Nueva Jersey y el profesor de botánica del Departamento de Agricultura de Estados Unidos Frederick Vernon Coville, quienes iniciaron el cultivo a inicios del siglo pasado.

García et al. (2018) muestran el gran número de especies de arándano, distribuidas en diversas zonas del hemisferio norte; básicamente en las regiones del Norte de América, Eurasia y Europa Central, también se cuenta con especies en América del Sur, África y Madagascar. Entre las especies cultivadas en los últimos años Armando (2016) nos muestra una división por dos tipos, el Highbush blueberry (*V. corymbosum*) que se caracteriza por ser plantas de habito arbustivo y el Lowbush blueberry (*V. angustifolium*) que se caracteriza por ser especies de habito pequeño.

2.2.2. Importancia del Arándano en el Perú

Red Agrícola (2017.a) entrevisto al Ingeniero José Francisco Unzueta, gerente general de Blueberries Perú, un vivero de origen chileno que se encuentra en la provincia de Cañete. En la entrevista el Ingeniero José afirma que actualmente el Perú está viviendo un boom del cultivo de arándano y se maneja la posibilidad de expansión en todo el País.

Así lo afirma Gestión (2019) donde señala el crecimiento de la producción de arándanos en el país mostrando un crecimiento promedio de 206% anual entre el 2012 al 2018. Mostrándose como las zonas más productivas tenemos a Lambayeque y La Libertad. Así mismo en la campaña agrícola 2017-2018 la superficie instalada de arándano fue de 7884 hectáreas alcanzando una producción nacional de arándano de 89735 toneladas. Los

principales países exportadores a nivel mundial son Chile, con un 20% del total, seguido de Canadá con el 19%, España con un 11%, Perú se encuentra en el cuarto lugar con un 10%, Estados Unidos con el 9%, Holanda con el 6%, Marruecos 4%, Argentina 4% y México 3%. Estos países tienen como mercados de destino a los Estados Unidos, país que concentra el 54% del total exportado, seguido de Holanda con el 21%, Inglaterra 9%, China 6% y España 4%.

2.2.3. Taxonomía del Arándano

Cronquist (2015), exponen la clasificación taxonómica del arándano:

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Dilleniidae

Orden: Ericales

Familia: Ericaceae

Género: Vaccinium

Especie: *Vaccinium corymbosum* L. var. Biloxi

2.2.4. Arándano Variedad Biloxi

Gonzales y Gloria (2017) clasifican a la variedad Biloxi de producción tempranera. Su floración se da muy temprano. Requiere un mínimo de 400 horas de frío. Con respecto a la fruta es de tamaño mediano, de color azul claro, con textura muy firme y de excelente sabor. La estructura de la planta de arándano de la variedad Biloxi es de hábito erecto, muy vigoroso y productivo.

2.2.5. Descripción Botánica del Arándano

García (2010) Describe la botánica del arándano enfocándose en cada parte de la planta:

Raíz: Es superficial, encontrándose el 80% a los primeros 40 centímetros del suelo, la raíz es fina y fibrosa, las raíces no cuentan con pelos absorbentes. En la intersección de raíces y el área foliar se encuentra la corona, esta área tiene la función de generar nuevos brotes.

Hojas**:** Las hojas son simples, alternadas, con un corto pedicelo, de forma elíptica-lanceolada, caducas, son finamente dentadas y nerviadas en el envés de la hoja.

Flores: Pueden ser axilares o terminales, se dispone en racimos de 6 hasta 10 en cada yema, la corola es de forma acampanada, de color blanco y tonos rosados en algunos cultivares, contiene de 4-5 pétalos totalmente fusionados, 8 a 10 estambres con anteras aristadas o no y se prolonga en tubos terminales con una abertura en el área del ápice, presenta un pistilo simple, un ovario ínfero, de 4 a 10 lóculos.

Fruto: Se presenta como una falsa baya esférica con diámetro de 1 a 3 cm. Los frutos, al acercarse a la maduración, presentan distintos grados de color, estableciéndose el tono azul al finalizar la etapa de maduración. Asimismo, la epidermis del fruto está protegida por secreciones cerosas, que le hacen más atractiva por el consumidor.

Así mismo, Escurra (2014) describe botánicamente al arándano (*Vaccinium* sp.) como un género de especies arbustivas de porte mediano y con hojas caducifolias. Sus flores son relativamente pequeñas, de color blanco a tonos rosados y se encuentran agrupados en racimos. Los frutos son falsas bayas, de forma redonda, de color azulado oscuro, el tamaño del fruto en algunas variedades sobrepasa los 21 milímetros de diámetro y encima del fruto se observa un polvillo ceroso, que lo hace más atractivo.

2.2.6. Requerimientos Ambientales del Arándano

2.2.6.1. Suelo. El cultivo de Arándano según Morales (2017) se desarrolla en suelos livianos, bien drenados, con buena profundidad y alto porcentaje de materia orgánica. Las raíces del arándano son finas y fibrosas, no presentan pelos radiculares y el área radicular se encuentra entre los 50 a 60 cm de profundidad. Según esto se suele hacer camellones con una altura de 40 centímetros y 1 metro de ancho, en el camellón se incorpora enmiendas orgánicas como compost, humus, o guano. El pH óptimo para el cultivo de arándano se encuentra entre los 4,4 y 5,5. Si no se cuenta con suelos de este tipo, se logra obtener un manejo de la acidez del suelo, aplicando ácido fosfórico y ácido sulfúrico, o fertilizantes

de reacción ácida, como el sulfato de amonio, fosfato monopotásico o fosfato monoamónico. De esta manera se logra el correcto desarrollo adecuado de las raíces.

2.2.6.2. Requerimientos Climáticos. Según Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura (2017) el arándano se adapta a diferentes tipos de climas, esto se debe al desarrollo y aclimatación de variedades para cada región del mundo, pero generalmente las zonas con una acumulación de 400 a 1200 horas frío son los rangos ideales para el cultivo. El excesivo calor puede generar deterioro de la calidad del fruto y es importante evitar áreas con presencia de fuertes vientos y lluvias intensas que provoquen la caída de frutos, flores y reduzcan la tasa de polinización. Meyer y Prinslo (2003) exponen que para obtener frutos de calidad se debe tener temperaturas en las noches de 10°C y diurnas de 26°C. Y concluye como rango óptimo de temperatura es entre 20°C y 25°C.

2.2.6.3. Requerimiento Hídrico. Infoagro (2019) reportó que el consumo de agua de las plantas de arándano va depender de numerosos aspectos: Entre ellos tenemos el estado fenológico del cultivo, las condiciones ambientales, las características del suelo y agua de riego. El Arándano es un cultivo exigente en cuanto a consumo de agua, siendo importante durante las fases más críticas del cultivo y cercanos a la cosecha, con evapotranspiraciones reales de 19 litros por planta en riego por goteo. Y se ha logrado establecer, un valor medio de consumo de agua por planta puede estar en el rango de 1.5 a 3 litros al día.

2.2.6.4. Abonamiento y Fertilización. García et al. (2013) afirman que, para una plantación de arándano en plena producción, se requieren aportes totales de 90 kg de Nitrogeno/Ha, 45 kg de Fosforo/Ha y 90 kg de Potasio/Ha, además de unos 25-30 kg Calcio/Ha. Estos requerimientos empiezan a partir del tercer año, y se distribuyen en dos etapas del cultivo:

Etapa 1: Esta etapa va desde el desborre (hinchando pequeñas yemas después del periodo de reposo) hasta observarse los primeros frutos rojos, esto se da unos 10 a 15 días antes de iniciarse la cosecha. En esta etapa se proporciona el 60% del Nitrógeno y Fosforo total y el 40% de las fuentes de Potasio, para el caso de Calcio se aplica el 100%.

Etapa 2: Esta etapa va desde que se presentan los primeros frutos rojos hasta la culminación de la cosecha. En esta etapa se reduce el aporte de nitrógeno, previniendo el ablandamiento

de frutos, reducir el crecimiento vegetativo. Al paralelo se incrementa el aporte de potasio, este elemento está relacionado con el calibre, calidad organoléptica del fruto y aumenta el rendimiento. Para esto se aporte el 40% de Nitrógeno y Fosforo totales y el 60% de Potasio restantes.

2.2.6.5. Propagación de arándano. A nivel comercial, según Maticorena (2017) el arándano tiene como medio de multiplicación, la micropropagación; esta técnica consiste en el cultivo de tejidos *In-vitro* provenientes de tejidos de hojas, tallos y raíces. Generalmente en las especies del género *Vaccinium* se dispone de la técnica de micropropagación generado por Lloyd y McCown's, en el año 1980; esta técnica utiliza fitohormonas como la citoquinina y la zeatina. La temperatura de cultivo se debe mantener a unos 20-25°C, una iluminación de 10 a 75 µmol/m2 y un fotoperiodo de 16 horas promedio. Para lograr plantas *In-vitro* de calidad se cuenta con un proceso que se divide en 5 fases:

- Obtención de material a partir de plantas madre de arándano
- Preparación del medio de cultivo bajo condiciones de asepsia
- Multiplicación de los brotes
- Enraizamiento del material explante en condiciones *In vitro* y *Ex vitro*.
- Aclimatación de plantas *In-vitro* en invernadero bajo condiciones ambientales.

Yang et al. (2014) exponen la técnica de propagación de arándano por injerto, este método utiliza como portainjerto a *V. arboreum Marshall*, este portainjerto proporciona características productivas interesantes, además muestra un desarrollo de un solo tronco y de aspecto robusto, y como principal ventaja del portainjerto demuestra adaptarse a un rango amplio de tipos de pH de suelo.

2.2.7. Manejo de Arándano en Vivero

2.2.7.1. Preparación de Sustrato. Rodríguez (2015) explica la importancia de utiliza un sustrato en el trasplante, con un alto contenido de materia orgánica (compost de tierra), y una porción de arena. Esto se realiza con el fin de mantener los requerimientos de acidez del suelo, como también el sustrato debe presentar buen drenaje y porosidad.

Después de la preparación de sustrato se procede al llenado de bolsas de polietileno con una medida promedio de 20 x 25 centímetros, con ocho agujeros en la base de la bolsa. El trasplante es ideal realizarlo cuando el sustrato se encuentra húmedo, evitando de esta manera la desecación del área radicular.

2.2.7.2. Acondicionamiento de Sombra. Rodríguez (2015) recomienda el uso de malla raschell con 50% de sombra, con la finalidad de proteger las plantas en vivero, controlar la temperatura, manejar la tasa de evapotranspiración, y reducir la intensidad de luz del exterior. El riego dentro del vivero debe realizarse por aspersión.

2.2.7.3. Manejo de Plagas y Enfermedades de Arándano en Vivero. Rodríguez (2015) señala que, para obtener plantas de arándano en etapa de vivero, es importante priorizar el control de insectos y patógenos. Se recomienda realizar una rotación de productos químicos con el objetivo de evitar resistencia; como ejemplo en hongos se aplican fungicidas en forma periódica y para el control de caracoles se requiere generalmente de productos como el toximol. Además, se debe mantener las plantas libres de malezas, para esto se utiliza controles químicos de pre siembra.

2.2.8. Microorganismos Promotores de Crecimiento Vegetal

Gonzales y Fuentes (2017) definen el termino microorganismos promotores de crecimiento vegetal, como un conjunto de diversas especies que incentivan el crecimiento y productividad en los vegetales. Entre los géneros de microorganismos más conocidos, tenemos *Rhizobium sp. Pseudomonas* sp, y *Azospirillum.* Asi mismo Almanza et al. (2017) señalan que también algunas bacterias contribuyen en el crecimiento de las plantas, como ejemplo presentan a *Bacillus subtilis*, una bacteria cuyos estudios nos demostraron el efecto promotor sobre el crecimiento del tomate, mediante la producción de auxinas e inducción de resistencia sistémica contra el patógeno *Fusarium oxysporum*; Además señala que diferentes especies de *Trichoderma* utilizadas para el control de hongos patógenos del suelo, también presentan un efecto promotor de crecimiento en vegetales mediante la producción de fitohormonas y solubilización de fosfatos en el suelo.

2.2.8.1. Mecanismos de Acción de Microorganismos Promotores de Crecimiento. Los microorganismos promotores de crecimiento vegetal se dividen en dos grupos según sus mecanismo de acción , así lo señalan Gonzales y Fuentes (2017): grupo

1 son los microorganismos que utilizan hacen uso de su propio metabolismo solubilizando fosfatos, produciendo hormonas o fijando nitrógeno para las plantas, los cuales afectan directamente al metabolismo de la planta, ayudando a la obtención más rápida de agua y minerales, mejorando el desarrollo de raíces, incrementan la actividad enzimática de la planta o asociándose con otros microorganismos benéficos. El grupo 2 corresponde a microorganismos con capacidad de control biológico, las cuales contribuyen en el crecimiento de la planta por la supresión de los fitopatógenos. Como ejemplo se tiene al Genero *Pseudomonas y Trichoderma* con un numerosos de estudios realizados y donde se concluye su efecto positivo sobre el desarrollo radicular, la fijación del N atmosférico en raíces, la solubilización del Fosforo del suelo, la continua producción de ácidos orgánicos y metabolitos secundarios que actúan en la formación de fitohormonas, influyendo directamente sobre la disponibilidad de nutrientes del suelo y en la estimulación del crecimiento vegetal.

2.2.9. Hongos Endófitos

Abello y Kelemu (2006) definen los hongos endófitos como microorganismos que establecen una asociación específica con su hospedero (vegetal) para obtener un mutuo beneficio. Existe gran diversidad de especies vegetales con importancia económica que se encuentran asociados con hongos endófitos. La planta provee de alimento, hospedaje y protección al hongo; por su parte, los hongos endófitos influyen en el proceso adaptativo del vegetal hospedero a condiciones adversas que provocan estrés. Asimismo, Sánchez et al. (2013) describen al 'endofitismo' como una relación mutualista de costo-beneficio sin generar síntomas, no obstruye la fisiología de la planta y es transitoria, el endófito se establece en una parte especifica de la planta sin afectar a la planta hospedera.

2.2.9.1. Origen y Evolución de Hongos Endófitos. Sánchez et al. (2013) exponen que el término ‘endófito’ fue planteado por de Bary en el año 1866 y los primeros registros del estudio de hongos endófitos se inician a partir del año 1898, en estos años se observó intoxicación en animales, debido al consumo de los pastos *Lolium temulentum, L. arvense, L. remotum y L. linicolum* con presencia de hongos endófitos en tejidos vegetales. Sin embargo, no se siguió realizando estudios hasta el año 1977 donde Bacon, identifico el hongo endófito *Neotyphodium coenophialum* en pastos de *Festuca arundinaceae*, como

causante de la intoxicación del ganado. Así lo afirma también Roset (2016) donde indica el estudio del endófito adquirió una importancia agronómica, ecológica y económica a partir de los años 70, cuando en Estados Unidos y Nueva Zelanda se encontraron intoxicaciones en vacas y ovejas, asociadas a la presencia de alcaloides de hongos que se encontraban en los tejidos internos del forraje. En los años 80, Funk estudió la resistencia de pastos forrajeros al ataque de plagas, debido a la presencia de hongos endófitos y en 1988, Clay propone la acción mutualista de los hongos endófitos y plantas contra el ataque de herbívoros. En años posteriores, investigadores de varias ramas de la ciencia como químicos, micólogos, botánicos, ecólogos, continúan el estudio de hongos endófitos.

2.2.9.2. Ecología de Microorganismos Endófitos. Sánchez et al. (2013) señalan la estrecha relación de los microorganismos endófitos con la producción de metabolitos bioactivos que modifican los mecanismos de defensa ante factores bióticos adversos, como el ataque de patógenos e insectos y factores abióticos como el estrés hídrico, salinidad, altas o bajas temperaturas, presencia de metales pesados, entre otros.

Asimismo, Portillo (2020) expone que generalmente la interacción endófita se presenta entre hongos endófitos y especies de pastos. Los estudios en este sentido se centran investigar los mecanismos que siguen los hongos endófitos en la protección de su hospedero contra los factores bióticos adversos (insectos) y factores abióticos (salinidad, metales y estrés térmico).

Se ha logrado estudiar la función que cumplen los endófitos ante la protección de la planta, entre estos estudios se logró identificar los siguientes mecanismos:

- **Directos:** generación de metabolitos secundarios con acción anti patógeno.
- **Indirectos:** se incrementa la manifestación de mecanismos de defensa, ya sean químicos y fisiológicos en la planta.
- **Ecológicos:** Se centra en la competencia por el nicho ecológico. Se comportan como predadores.

Como ejemplo el Instituto Nacional de Innovación Agraria (2018) presento trabajos de investigación en hongos microscópicos promueven el crecimiento vegetal y incentiva mecanismos de defensa ante el ataque plagas y enfermedades, estas acciones lo realizan en

el interior de la planta. En este sentido el género *Beauveria, Metarhizium* y *Paecilomyces*, tienen una acción como endófitos, actuando en la reducción del ataque de insectos, enfermedades e incentivando el crecimiento. Asimismo, el género *Trichoderma* y *Clonostachys* coloniza los tejidos internos de las plantas, comportándose como endófitos, realizando una protección frente al ataque de enfermedades.

2.3. Definición de Términos

Arándano: El arándano es una especie originaria del hemisferio norte, pertenece al género *Vaccinium* y la familia Ericáceas, es una especie con una diversidad de estudios que han permitido generar variedades con adaptación a climas fríos, cálidos y mediterráneos, y con una oferta comercial durante todo el año (Morales, 2017).

Vivero: Los viveros son áreas que implica producción masiva de plantas con importancia económica, los viveros pueden ser frutales, ornamentales y forestales (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2018).

Hongos Endófitos*:* son microorganismos que establecen una asociación específica con su hospedero (vegetal) para obtener un mutuo beneficio. Existe gran diversidad de especies vegetales con importancia económica que se encuentran asociados con hongos endófitos. La planta provee de alimento, hospedaje y protección al hongo; por su parte, los hongos endófitos influyen en el proceso adaptativo del vegetal hospedero a condiciones adversas que provocan estrés. (Abello y Kelemu, 2006)

Cepas: son aquellos microorganismos del tipo fenotípico que son pertenecen a una proporción derivada de un organismo mayor. Las cepas mantienen una información biológica que es de interés científico. La obtención de las cepas deriva generalmente de la clonación (Yirda, 2021).

Plantas *In-vitro*: es la acción de cultivar plantas en frascos de vidrio bajo un ambiente controlado. Las ventajas de seguir este procedimiento son dos, se trabaja en un ambiente aséptico (ausencia de patógenos) y el control de variables que influyen en el crecimiento (Castillo, 1999).

Crecimiento vegetal: se define como el aumento irreversible de volumen de una célula, tejido, órgano o individuo, generalmente acompañado de un incremento de masa. Para que se

dé un crecimiento se debe contar con división celular y seguido a ello se debe dar la expansión celular, en forma tal que, las células hijas alcanzan o superan el tamaño de la célula madre (Cortiz, 2014). Para determinarlo suelen utilizarse variables relacionadas, tales como la acumulación de peso, altura de planta y diámetro de tallo. En condiciones de turgencia plena, la biomasa fresca es un buen estimador del volumen. En cuanto a la biomasa seca es un muy buen estimador del carbono total de la planta (Benedetto y Tognetti, 2016).

Unidades formadoras de colonias: es el número de colonias con las que cuenta un microorganismo para cumplir los estándares establecidos bajo normatividad en el área de los alimentos, en el área de salud, análisis de agua, aire y suelo entre otros. (Sánchez et al. 2017). La unidad de medida es de UFC/gr.

Capitulo III: Marco Metodológico

3.1. Definición de Variables

3.1.1. Variable Independiente

Se empleó 20 cepas de hongos endófitos provenientes de hojas y tallos de arándano. Estos hongos endófitos son microorganismos con acción promotora del crecimiento en plantas y se encuentra en los tejidos vegetales realizando asociación mutualista.

3.1.2. Variable Dependiente

VD1. Crecimiento vegetativo de arándano (*V. corymbosum* L.): Se determinó mediante mediciones a las partes aéreas de la planta de arándano en vivero. Entre las mediciones tenemos, altura de tallo (AT), diámetro de tallo (DT), número de ramas (NR), número de hojas (NH), biomasa fresca aérea (BFA) y biomasa seca aérea (BSA).

VD2. Crecimiento radicular de arándano (*V. corymbosum* L.): Se determinó mediante la medición a las partes radiculares de la planta de arándano en vivero. Entre las mediciones a realizar tenemos biomasa fresca radicular (BFR) y biomasa seca radicular (BSR).

3.2. Operacionalización de Variables

La operacionalización de variables nos permite organizar de manera clara y concisa la información más relevante del proyecto de tesis. En este sentido la tabla 1 nos permite observar la definición de las variables, su dimensión, los indicadores o variables respuesta y finalmente los indicadores, que viene a ser la unidad en la que se van obtener los datos de cada tratamiento.

Tabla 1

Operacionalización de Variable independiente e dependientes en proyecto de tesis

Variable independiente			
Definición	Dimensión	Indicadores	Índices
Hongos endófitos: Abello y Kelemu (2006) definen los hongos endófitos como microorganismos que establecen una asociación específica con su hospedero (vegetal) para obtener un mutuo beneficio.	Cuantificación de hongos endófitos	Unidades Formadoras de Colonias	Ufc/gr
Variables dependientes			
Definición	Dimensión	Indicadores	Índices
Crecimiento vegetativo: Cortiz (2014) Se define como el aumento irreversible de volumen de una célula, tejido, órgano o individuo, generalmente acompañado de un incremento de masa. Para que se dé un crecimiento se debe contar con división celular y seguido a ello se debe dar la expansión celular, en forma tal que, las células hijas alcanzan o superan el tamaño de la célula madre.	Dimensión Cuantificación del crecimiento vegetativo	Altura de planta Número de hojas Número de Brotes Diámetro de tallo Biomasa fresca aérea. Biomasa seca aérea	Cm N° de Hojas N° de brotes Mm Gramos Gramos
Definición	Dimensión	Indicadores	Índices
Crecimiento Radicular: Red Agrícola (2014.b) El crecimiento radicular consiste en la multiplicación y alargamiento de células en el ápice de las raíces. Las fitohormonas que intervienen como estimulantes en este proceso son las auxinas, citoquininas, giberelinas y poliaminas.	Cuantificación del crecimiento radicular	Biomasa fresca radicular Biomasa seca radicular	Gramos Gramos

Fuente: Elaboración propia (2021)

3.3. Tipo y Diseño de la Investigación

3.3.1. Tipo de Investigación

En cuanto al enfoque de la investigación es de tipo cuantitativo, Fernández y Díaz (2002) definen la investigación de tipo cuantitativa como aquella en la que se recolecta y analizan datos cuantificables sobre un conjunto de variables. La investigación cuantitativa tiene el objetivo de determinar la relación que existe entre variables, además se obtienen resultados objetivos a través de una muestra que sea representativa de la población. En este sentido, la presente investigación evaluó el crecimiento vegetativo y radicular de las plantas de arándano en vivero bajo el efecto de 20 cepas de hongos endófitos y el testigo.

En cuanto al grado de manipulación de la variable es de tipo experimental puro, Serrano et al. (2010) señalan que la investigación adquiere un enfoque experimental cuando el investigador manipula al aumento y disminución de una o más variables de estudio, para su efecto en las conductas observadas. En este sentido, un experimento consiste en manipular el valor de una variable independiente y observar su efecto en la variable dependiente. Las condiciones donde se desarrolla el experimento deben ser estrictamente controladas, con el objetivo de conocer la causa por la que se produce un evento en particular. Para nuestro caso se manipulará la variable independiente “aplicación de hongos endófitos” para observar el efecto sobre las variables dependientes crecimiento vegetativo y radicular en Arándano.

Según el objetivo de estudio es explicativa, Robles (2020) define la investigación explicativa como el estudio de conocer las causas de hechos, circunstancias o fenómenos que son objeto de estudio, el objetivo es saber el porqué de un hecho, en qué condiciones se manifiestan y la relación que se muestra entre variables. Es así que se plantea explicar el efecto de hongos endófitos como promotor del crecimiento vegetal, incidiendo en las variables respuestas Crecimiento vegetativo y radicular, el cual se explicará utilizando el análisis de varianza y trabajando con el Diseño completamente al azar con 20 tratamientos y 1 testigo con 4 repeticiones.

3.3.2. Diseño Experimental

El presente trabajo de investigación, es experimental puro, se realizó la aplicación de 20 cepas de hongos endófitos en vitroplantas de arándano bajo condiciones de vivero. Se utilizo un Diseño completamente al azar (DCA), con 4 repeticiones y 21 tratamiento (20 cepas

de hongos endófitos + 1 testigo). Con las consideraciones planteadas se tiene 84 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo compuesta por cuatro plántulas de arándano, el área utilizada para todo el experimento fue de 40 m^2.

Tabla 2:

Tratamientos utilizados en el proyecto de investigación

TRATAMIENTO	Cepa	Hongo
T1	H1	*Trichoderma*
T2	H91	*Trichoderma*
T3	H93	*Trichoderma*
T4	H118	*Trichoderma*
T5	H20	*Alternaria*
T6	H28	*Ulocladium*
T7	H58	*Nigrospora*
T8	H41	*Cladosporium*
T9	H95	*Cladosporium*
T10	H100	*Cladosporium*
T11	H111	*Aspergillus*
T12	H117	*Aspergillus*
T13	TP126	*Trichoderma*
T14	EME-P2(H6)	*Trichoderma*
T15	H9	*Alternaria*
T16	H45	*Alternaria*
T17	H35	*Stemphylium*
T18	TP91	*Trichoderma*
T19	H78	*Fusarium*
T20	H106	*Fusarium*
T21	Testigo	Testigo

Fuente: Elaboración propia (2021)

Las variables evaluadas dentro del proyecto de hongos endófitos en arándano fueron:

- Crecimiento vegetal de arándano
  - Altura de planta
  - Grosor de tallo
  - Número de hojas

- Número de brotes
- Biomasa fresca aérea
- Biomasa seca aérea

- Crecimiento radicular de arándano

- Biomasa fresca radicular
- Biomasa seca radicular

Los resultados tienen un arreglo en el modelo adictivo lineal:

$Yij= \mu+ \tau_i + \varepsilon_{ij}$

i= 1,…,t;

t: número de tratamientos

j: 1,…,n;

n: número de repeticiones por cada tratamiento (cepa de hongos endofitos)

Dónde:

μ: es el fefecto medio.

τ_i: es el efecto de i-ésimo tratamiento (cepas de hongos endofitos)

εij: Error experimental

3.3.3. Ubicación Geográfica y Descripción del Campo Experimental

El campo experimental fue un vivero ubicado en las instalaciones del laboratorio de la Universidad Nacional de Cañete (UNDC), al costado del Colegio Nacional de Imperial (CNI). Geográficamente se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas:

3.3.3.1. Coordenadas UTM.

Longitud= -76.35233230 °

Latitud= -13.06403340 °

Altitud= 82.38 m s.n.m

3.3.3.2. Ubicación Política del Experimento.

Departamento: Lima

Provincia: Cañete

Distrito: Imperial

Dirección: Urb. Santa Rosa de Hualcará, Canal María Angola S/ (Laboratorio CNI).

3.4. Población y Muestra

3.4.1. Población.

La población del proyecto de tesis consta de 252 plantas *In-vitro* enraizadas de arándano en etapa de vivero originadas, estas plantas se evaluaron en bolsas de vivero de 1,5 litros.

3.4.2. Muestra.

Para obtener los resultados de las variables se evaluó 252 plantas de arándano en fase de vivero y para las variables biomasa fresca y seca de aérea y radicular se tomará una muestra de 168 plantas.

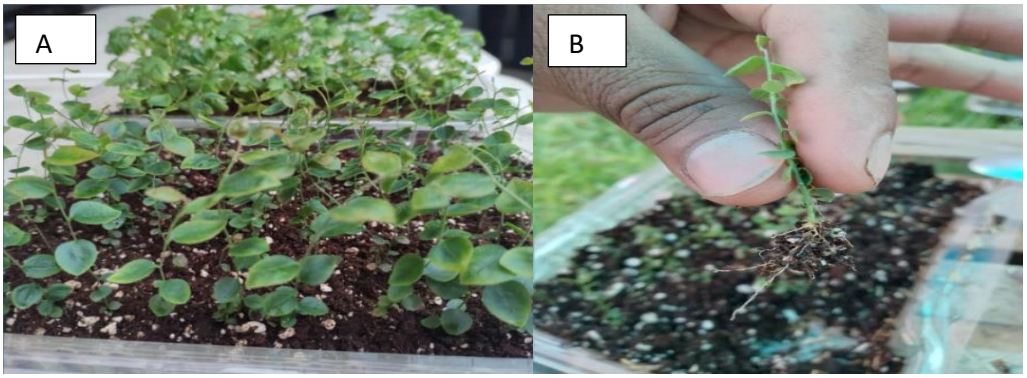
3.5. Procedimiento de la Investigación

3.5.1. Adquisición de Plantas In-vitro Enraizadas de Arándano.

Las plantas *In-vitro* enraizadas de arándano fueron adquiridas de la empresa Nutriarandanos SAC, una empresa comercial especializada en la producción de plantas *In-vitro* de arándano a nivel nacional. Estas plantas fueron adquiridas con un mes de edad, con 6 a 8 hojas en promedio de área foliar (Figura 1A) y buena área radicular (Figura 1B). El sustrato usado fue a base de perlita y turba. Estas plantas llegaron dentro de unos envases de *clamsher*. Una vez llegado las plantas se conservaron en laboratorio por cuatro días realizando riegos con agua esterilizada cada dos días para mantener hidratada las plantas hasta el día del trasplante.

Figura 1

Características de plantas de arándano In-vitro enraizadas con 1 mes de edad



Nota: Plántulas de arándano (Vaccinum corymbosum L.) utilizadas en investigación (A); Sistema radicular de plántulas con 1 mes de edad (B).

Fuente: Elaboración propia (2021)

3.5.2. Multiplicación de Hongos Endófitos en Laboratorio

Los hongos endófitos utilizados se encuentran almacenados en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la UNDC, estos hongos fueron aislados de hojas y tallos de arándano e identificados bajo un estudio morfológico de claves taxonómicas, Este estudio de identificación se realizó en el proyecto de capacidad de antibiosis y mico parasitismo hacia *Botrytis cinérea* desarrollado en la Universidad Nacional de Cañete. Es así que se seleccionaron las 20 mejores cepas con capacidad antagónica y se trabajaron en este presente estudio.

3.5.2.1. Preparación de Medio Papa Sacarosa agar. Siguiendo la metodología de Narrea y Malpartida (2006), se inició la preparación de papa sacarosa agar (PSA) en laboratorio, se hizo hervir 250 gramos de papa trozada en 500 ml de agua destilada, luego se filtró el caldo, se mezcló con 18 gramos de agar y 10 gramos de azúcar rubia en 500 ml de agua destilada esterilizada (Figura 2A), en la mezcla se incorporó agua destilada hasta enrazar 1 litro de medio de cultivo. El medio de cultivo se auto clavo a 121 °C por 20 minutos

Figura 2

Elaboración de medio PSA y colonización de hongo endófito.



Nota: Preparación de medio PSA (A y B), Placa petri colonizada con hongo endófito (C).

Fuente: Elaboración propia (2021)

3.5.2.2. Preparación de Medio Líquido Melaza-Levadura. Siguiendo la metodología de Gómez et al. (2013) se pesó 8 gramos de levadura y 48 gramos de melaza para obtener con 1600 ml de medio líquido levadura melaza. La levadura se disolvió en 500 ml de agua destilada en el microondas. El mismo procedimiento se realizó con la melaza. Después se procedió a mezclar ambos insumos en un vaso precipitado (Figura 3A). Se distribuyó 100 ml del medio líquido en cada matraz de 250 ml de capacidad (Figura 3B) y se auto clavo a 121°C y 15 lbs de presión por 1 hora (Figura 3C).

Figura 3

Preparación de medio liquido melaza-levadura en laboratorio UNDC



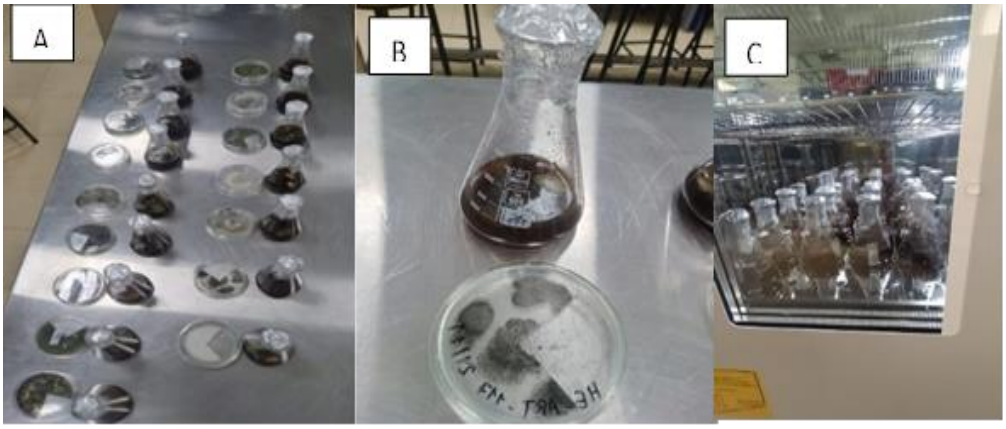
Nota: Mezcla de insumos (A), dosificación de medio liquido en matraces (B) y el autoclavado de medio liquido por 45 minutos (C).

Fuente: Elaboración propia

3.5.2.3. Inoculación de Hongo Endófito en Medio Líquido Levadura- Melaza. Dentro de la cámara de siembra se aplicó 0,1 gramos de cloranfenicol en cada frasco de medio líquido levadura melaza, luego se aplicó un cuarto de placa totalmente esporulada con el hongo endófito a cada frasco con el medio de cultivo líquido (Figura 4A y 4B) y se cerró herméticamente la boca del recipiente con papel aluminio y cinta Parafilm. Finalmente, se incubo en un agitador orbital (Figura 4C) a 160 rpm por 3 días, con una temperatura de 25 ºC.

Figura 4

Inoculación de hongos endófitos en Medio liquido levadura melaza.



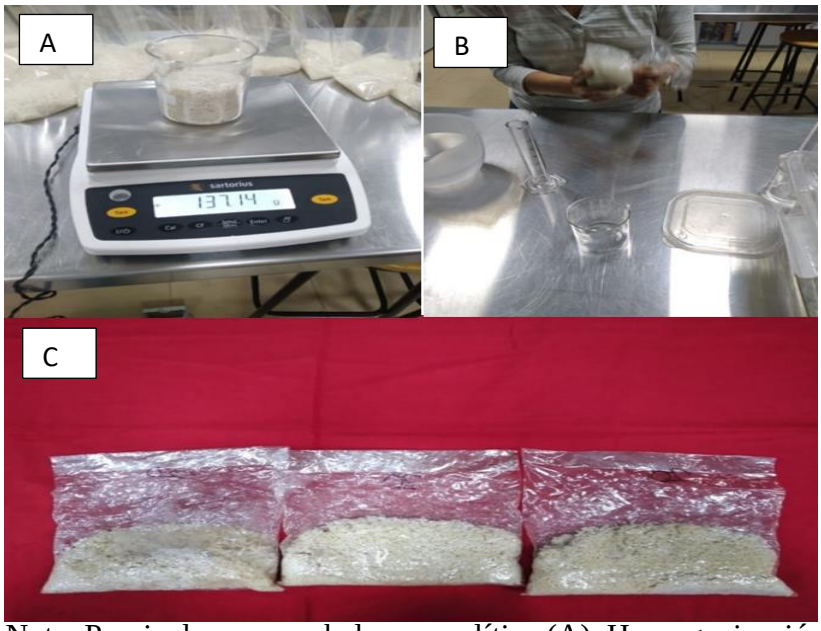
Nota: Inoculación de 20 cepas de hongos endófitos en matraces con medio líquido (A), Incorporación de un 1/4 de placa colonizada con cepa 117 en medio liquido (B) e incubación de los hongos endófitos en un agitador orbital por 3 días a 25°C (C).

Fuente: Elaboración propia

3.5.2.4. Preparación de Sustrato de Arroz. Siguiendo el procedimiento de Gómez et al. (2013), se realizó la preparación de sustrato de arroz, en bolsas de polipropileno de 11 x 16 x 2 micras, se pesó 200 gramos de arroz (Figura 5A) y se agregó 50 ml de agua destilada a cada bolsa, luego se sellaron las bolsas y se removió el arroz para que el agua humedezca de forma homogénea todos los granos de arroz (Figura 5B). Estas bolsas se auto clavaron a 121ºC y 15 lbs de presión por unos 45 minutos. Después se enfrió el sustrato y se empezó a remover las bolsas en la cámara de flujo laminar (Figura 5C). Luego se adiciono el medio liquido en las cepas de hongos endófitos en las bolsas.

Figura 5

Proceso de preparación de sustrato de arroz para la multiplicación de hongos endófitos.



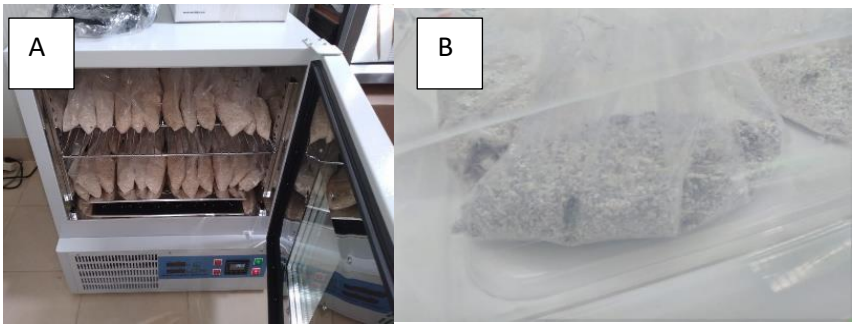
Nota: Pesaje de arroz en balanza analítica (A), Homogenización de arroz y agua en bolsas de polipropileno (B) y arroz autoclavado (C).

Fuente: Elaboración propia

3.5.2.5. Multiplicación de Hongos Endófitos en Sustrato de Arroz. Siguiendo el procedimiento de Cañedo y Ames (2004), dentro de la cámara de flujo laminar se colocó 100 ml del medio líquido levadura-melaza en cada bolsa de arroz de 200 gramos, se sellaron las bolsas y se removieron homogéneamente para que el hongo logre colonizar el 100% del sustrato. Luego se colocó en una incubadora a 25 ºC en total oscuridad durante siete días (Figura 6A). Transcurrido el tiempo se incubo las bolsas colonizadas bajo luz artificial las 24 hrs del día (Figura 6B), por un periodo de 7 a 10 días para acelerar la esporulación de los hongos endófitos.

Figura 6

Proceso de incubación y esporulación de hongos endófitos en arroz

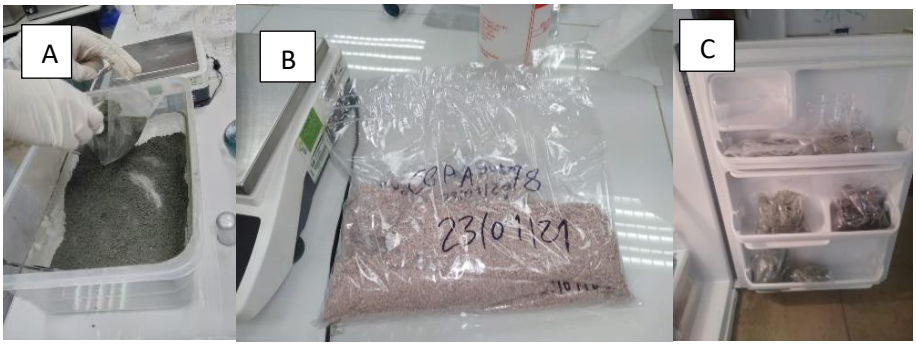


Nota: Incubación de hongos endófitos a 25 °C (A); esporulación de hongos endófitos en arroz (B).

3.5.2.6. Cosecha de arroz inoculado con hongos endófitos. La cosecha se realizó cuando el hongo dejo de colonizar y el arroz ya se encuentra seco. Es así que se pesó 100 gramos de arroz con el hongo endófito en bolsas de polipropileno (Figura 7ª), se sellaron herméticamente para evitar contaminación de agentes externos (Figura 7B). Luego se trasladó las cepas cosechadas a un refrigerador a una temperatura de 5 °C para mantener la viabilidad de las cepas (Figura 7C)

Figura 7

Cosecha y almacenaje de hongos endófitos en laboratorio de Sanidad vegetal, sede CNI de la UNDC.



Nota: Cosecha de arroz con esporas de hongo endófito en bolsas de polipropileno transparente (A); sellado y rotulado de bolsas (B); conservación de cepas de hongos endófitos en refrigeración a 5 °C (C).

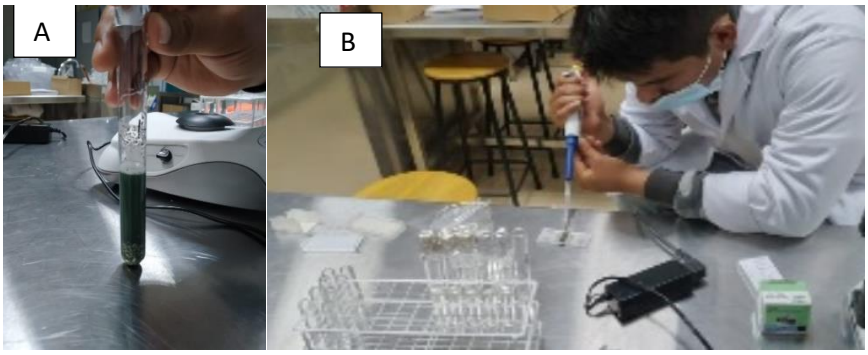
Fuente: Elaboración propia (2021).

3.5.2.7. Control de Calidad de Hongos Endófitos.

3.5.2.7.1. Conteo de Conidias y Requerimiento de Gramos de Arroz por Cepa. Siguiendo la metodología de Gómez et al. (2013), se realizó el pesaje de las cepas tomando 1 gramo de arroz colonizado y se colocó en un tubo de ensayo con 9 ml de agua destilada esterilizada, esta suspensión inicial corresponde a la disolución 10^{-1}, luego el tubo se agito en el vortex por 30 segundos (Figura 8A) y se retiró un mililitro de este tubo y se adiciono en otro tubo de ensayo con 9 ml de agua esterilizada, esta disolución corresponde a 10^{-2} y así se repitió el proceso hasta llegar a la dilución 10^{-3}. Con una micropipeta, se retiró una pequeña muestra de la dilución 10^{-3} y se colocó en la cámara de Neubauer para el conteo de conidias en el microscopio, con los datos obtenidos se determinó el número de conidias por gramo de arroz de cada cepa de hongo endófito.

Figura 8

Preparación de concentraciones de hongos endófitos para el conteo de esporas



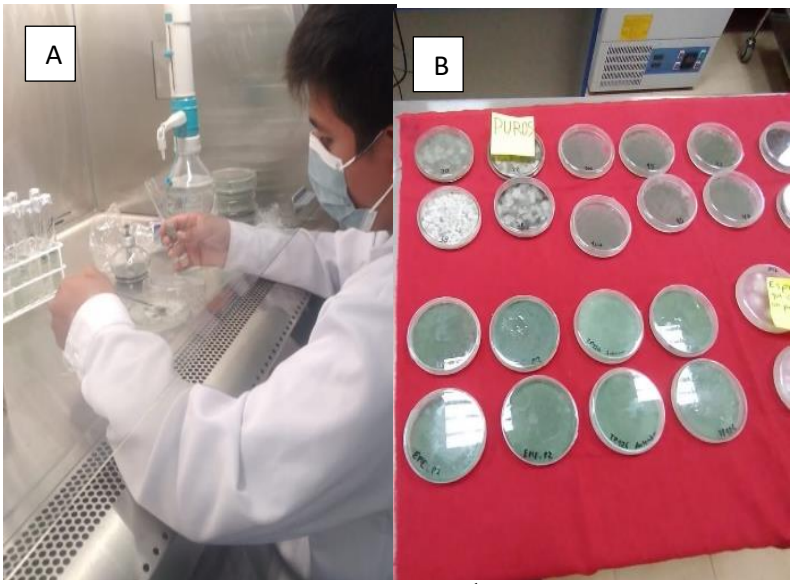
Nota: Cepa de hongo endófito agitado en el Vortex (A); transferencia de suspensión de esporas ($10^{-3)}$ en cámara Neubauer (B).

Fuente: Elaboración propia (2021).

***3.5.2.7.2. Prueba de Pureza*.** Siguiendo la prueba de Castro (2002) se tomó 1ml de suspensión de esporas de la disolución $10^{-1,}$ fue depositada en la superficie de la placa con medio agar para las 20 cepas, este procedimiento se realizó en la cámara de flujo laminar para evitar contaminación. Luego se incubo las cepas a una temperatura de 25°C, durante unos 7 días, transcurrido este periodo se evaluó la prueba de pureza de cada uno de las cepas del proyecto y también la presencia de otros tipos de hongos, bacterias y levaduras (Figura 9B). Si la cepa no muestra ningún contaminante, es viable para iniciar el proceso de inoculación en vivero.

Figura 9

Proceso de prueba de pureza de hongos endófitos en arroz



Nota: Siembra de concentración 10^{-1} de arroz inoculado en placa Petri (A); verificación de pureza de hongos endófitos inoculadas en arroz (B).

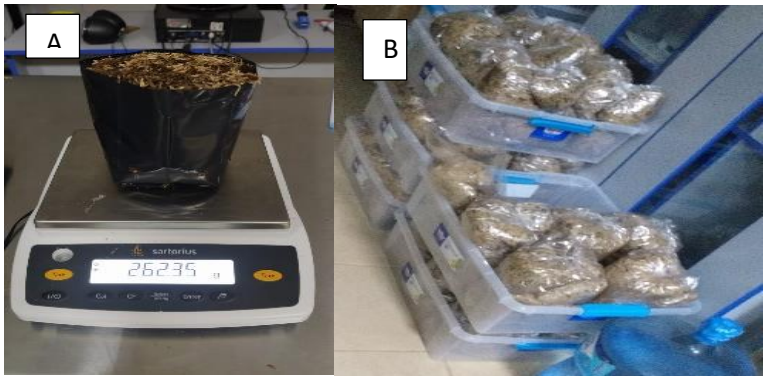
Fuente: Elaboración propia (2021).

3.5.3. Preparación y Esterilización de Sustrato para el Crecimiento de Vitroplantas de Arándano en Vivero

Para la preparación del sustrato se utilizó cascarilla de arroz y turba, ambos materiales son los más utilizados en los viveros de arándano en la Provincia de Cañete, estos materiales se mezclaron en una proporción de 2:1 (cascarilla: turba), esta mezcla se colocó en bolsas de propileno transparentes y se esterilizaron a 121 °C por 45 minutos. Pasado este tiempo se almacenaron en bandejas hasta el día del trasplante (Figura 10B). El día del trasplante se rellenó 175 gramos de sustrato en cada bolsa de vivero de 1.5 litros de capacidad.

Figura 10

Preparación de sustrato de vivero para plantas de arándano In-vitro enraizadas.



Nota: Pesaje de sustrato para cada bolsa de vivero (A); Sustrato esterilizado para trasplante de arándano (B).

Fuente: Elaboración propia (2021).

3.5.4. Instalación de Vivero

Se instaló un vivero con malla raschell de 50% de sombra. En todos los márgenes del vivero se colocó malla antiafida para evitar el ataque de plagas del arándano como son lepidópteros, trips, mosca blanca. (Figura 11A). Además, se construyó mesas de madera para hacer más fácil el manejo del proyecto (Figura 11B). Dentro de vivero se colocaron 2 termómetros ambientales para monitorear la temperatura y humedad relativa (Figura 11C).

Figura 11

Instalación de vivero en la sede CNI de la UNDC.



Nota: Instalación de malla raschell y anti áfido en vivero (A); Elaboración de mesas para macetas (B); Instalación de termohigrómetros (C).

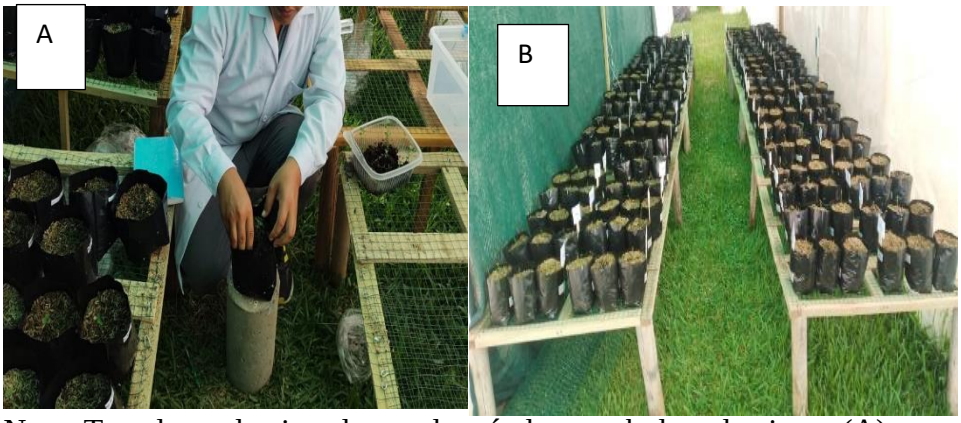
Fuente: Elaboración propia (2021).

3.5.5. Trasplante de vitroplantas de arándano en vivero

Las vitroplantas se regaron en los clamsher, así mismo el piso del vivero se rego un día antes del trasplante para mantener la humedad relativa mayor al 80%. Antes del trasplante se instaló una malla raschell de 80% sombra en el techo para evitar el estrés postrasplante de las plantas de arándano; Se rellenó 175 gramos de sustrato (cascarilla de arroz y turba) en cada bolsa de vivero de 1.5 litros de capacidad y además se realizó la primera aplicación de los hongos endófitos en el sustrato. Siguiendo las recomendaciones de Bustillos (2018) se utilizó bolsas de polietileno de 20 x 25 cm, y con 8 orificios de perforación en la parte inferior. Para el día del trasplante se procedió a hacer un orificio en el centro de la bolsa con sustrato (Figura 12A) y se colocó las vitroplantas de arándano enraizadas y se cubrió con sustrato hasta cuello de planta. Una vez terminado el trasplante se procedió a ordenar las unidades aleatoriamente en las mesas (Figura 12B).

Figura 12

Proceso de trasplante de vitroplantas enraizadas de arándano en vivero



Nota*:* Trasplante de vitroplantas de arándano en bolsas de vivero (A); vitroplantas de arándano instaladas en mesas de vivero (B).
Fuente: Elaboración propia (2021).

3.5.6. Aplicación de Hongos Endófitos en Vivero

Antes de la aplicación de hongos endófitos se determinó el volumen de agua para el sustrato de cada cepa. El sustrato debe estar en capacidad de campo. Luego se pesó el inoculo siguiendo los datos de la (Tabla 3). Cada cepa se mezcló con 360 ml de agua esterilizada en un matraz esterilizado. Las mezclas se llevaron al vivero completamente selladas y se aplicaron vía drench en cuello de planta utilizando 30 ml de mezcla para cada tratamiento a inocular (Figura 13C). Siguiendo la metodología de Diaz et al. (2020) se realizó 5 aplicaciones de hongos endófitos. La

primera aplicación se realizó al momento del trasplante y las siguientes aplicaciones fueron cada 15 días., con el objetivo de obtener una colonización efectiva del hongo endófito dentro del hospedero.

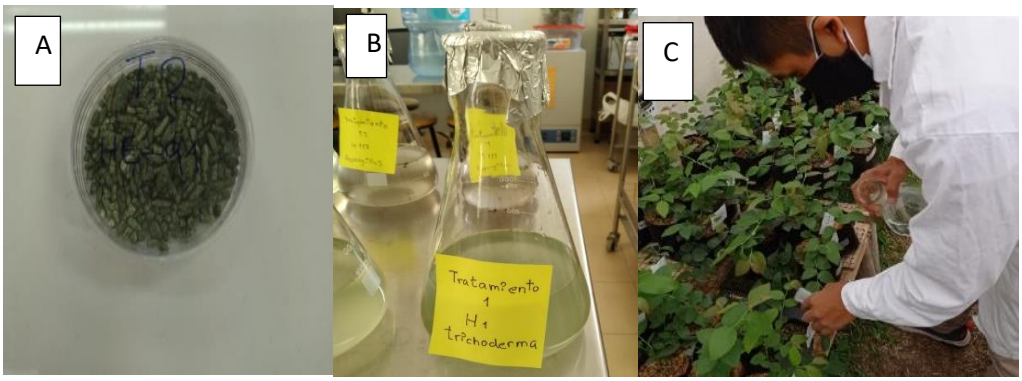
Tabla 3
Cantidad de inoculo de cepas de hongos endófitos requeridos para las aplicaciones en plantas de arándano.

Tratamiento	Cepa	Genero de Hongo endófito	Arroz colonizado con Hongos endófitos (gramos)
T1	H1	*Trichoderma*	3.32
T2	H91	*Trichoderma*	3.71
T3	H93	*Trichoderma*	0.68
T4	H118	*Trichoderma*	4.06
T5	H20	*Alternaria*	7.41
T6	H28	*Ulocladium*	8.33
T7	H58	*Nigrospora*	12.07
T8	H41	*Cladosporium*	0.27
T9	H95	*Cladosporium*	0.23
T10	H100	*Cladosporium*	0.1
T11	H111	*Aspergillus*	0.35
T12	H117	*Aspergillus*	0.24
T13	TP126	*Trichoderma*	0.56
T14	EME-P2(H6)	*Trichoderma*	0.57
T15	H9	*Alternaria*	14.58
T16	H45	*Alternaria*	8.1
T17	H35	*Stemphylium*	1.33
T18	TP91	*Trichoderma*	1.59
T19	H78	*Fusarium*	1.62
T20	H106	*Fusarium*	2

Nota: El conteo de conidias nos permite realizar los cálculos de la cantidad de gramos de arroz inoculado para llegar a una concentración de 10-6

Figura 13

Proceso de aplicación de hongos endófitos en plántulas de arándano trasplantadas



Nota: Pesaje de inoculo en arroz (A); Suspensión de esporas en matraces (B); Aplicación de hongo endófito en plántulas de arándano de 2 meses de edad (C).

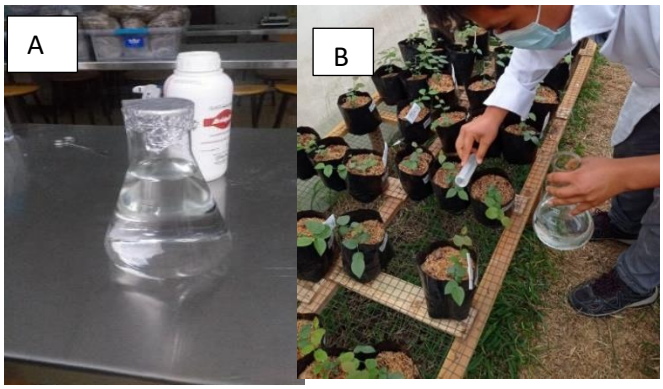
Fuente: Elaboración propia (2021).

3.5.7. Manejo de Plantines en Vivero

3.5.7.1. Aplicaciones de Riego. Los riegos fueron cada dos días, con un volumen de 30 ml de agua destilada durante los primeros 30 días (Figura 14B), en el segundo y tercer mes se aplicó un volumen de 50 ml de agua destilada. En todos los riegos se agregó 5 ml de acidificante por litro de agua (Figura 14A).

Figura 14

Aplicación de riegos durante la fase experimental del proyecto



Nota: Agua esterilizada y acidificante para plantas de arándano (A); Riego de 50 ml de agua en plantas con 1 mes de edad (B).

Fuente: Elaboración propia (2021).

3.5.7.2. Manejo de Fertilización. Se realizaron fertilizaciones con Multifoska (Figura 15A), este fertilizante está compuesto por 12N-12P-17K y se aplicó una vez al mes. Se colocó cinco perlitas de fertilizante por planta sobre el sustrato (Figura 15B). Luego de fertilizar se procedió a realizar el riego con 30 ml o 50 ml según los días post trasplante buscando de esta manera que el fertilizante se solubilice e ingrese a las raíces.

Figura 15

Fertilización de arándano con 2 meses de edad



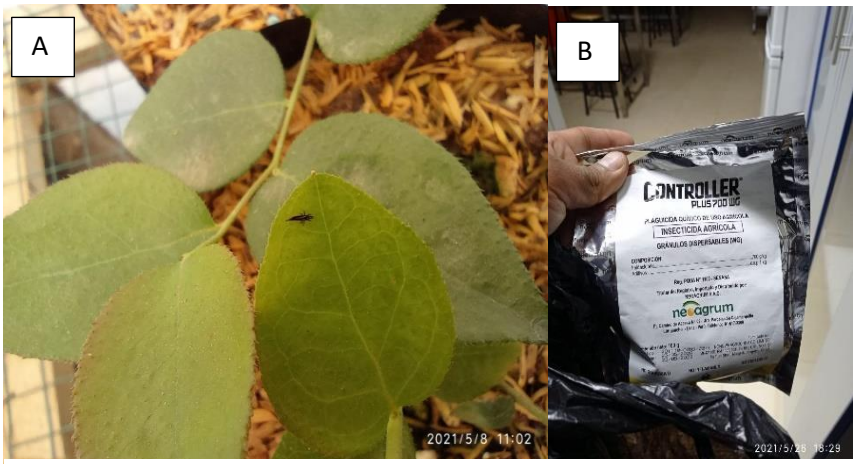
Nota*:* Multifoska (A); Aplicación de fertilizante en plantas de arándano (B).

Fuente: Elaboración propia (2021).

3.5.7.3. Manejo Fitosanitario. Se realizaron aplicaciones foliares para evitar la presencia de Trips (Figura 16A), Gusanos Cortadores y Mosca Blanca, estas plagas son la de mayor incidencia en este cultivo. Dentro del vivero se utilizó Spirocrop (Spirodiclofen + Fenpyroximate) para el control de ácaros y Controller (Imidacloprid) (Figura 16B) para control de insectos cortadores de brotes tiernos.

Figura 16

Presencia de trips en arándano y productos químicos de control.



Nota: Trips en hojas de arándano (A); Producto Controller para el control de Trips, mosca blanca y insectos Lepidópteros (B).

Fuente: Elaboración propia (2021).

3.5.8. Análisis Estadístico y Supuestos del Proyecto

Los datos se analizaron con el programa estadístico Infostat, donde se obtuvieron los supuestos de normalidad haciendo uso de la prueba de Kolmogorov-Smirnov y para el supuesto de homogeneidad se utilizó la prueba de Bartlett en las variables que cumplen el supuesto de normalidad. Se realizó un ANOVA por cada evaluación y variable con un nivel de significancia de $P<0.05$.

3.5.9. Hipótesis Estadísticas

Nos planteamos las siguientes hipótesis para el proyecto:

Hipótesis nula: H0: Las medias de las variables respuesta de los tratamientos son Iguales ($\mu_1= \mu_2= \mu_3= \mu_4= \mu_5$)

Hipótesis alternativa: H1: $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5$ (Por lo menos un tratamientos es diferente)

La regla de decisión se plantea como: Si, $F_c > 0.05$ se acepta la H0.

3.6. Parámetros de Evaluación

Altura de Planta

Se realizó la medición de la longitud del tallo principal, que inicia de la base del tallo hasta la última yema terminal de la rama más larga, para ello se utilizó una regla de 30 cm. La unidad de medida fue en centímetros. Esta variable se evaluó a los 30 días del trasplante, la segunda evaluación se realizó a los 60 días y la tercera a los 90 días del trasplante, al final del proyecto contamos con 3 evaluaciones.

Diámetro de Tallo

Se tomo la medida en la base del tallo con un vernier digital, La unidad de medida fue los milímetros (mm). Esta variable se evalúo a los 30, 60 y 90 días de trasplante, cuando la planta ya se encontraba con vigor y con buen anclaje con el sustrato. Al final del proyecto se realizaron 3 evaluaciones.

Número de Brotes

La evaluación de número de brotes se inició a los 30 días después del trasplante, en ese periodo recién se observaron la formación de nuevos brotes en la base del tallo. La evaluación consistió en cuantificar los brotes por cada planta y al final del proyecto se obtuvo 3 evaluaciones.

Número de Hojas

El número de hojas se evaluó mensualmente, al final de proyecto se realizó 3 evaluaciones. La primera evaluación fue 30 días de trasplante, la medición se realizó cuantificando el número de hojas por planta.

Biomasa fresca aérea

Se evaluó la biomasa fresca aérea al final de la ejecución del proyecto, utilizando una balanza digital en laboratorio. La unidad de medida utilizada fue en gramos (g). Las partes de la planta que se tomaron en cuenta para el pesaje fueron hojas y tallos, es así que ambas partes aéreas se cortaron desde la base del tallo y se pesaron para obtener el peso fresco.

Biomasa seca de aérea

El follaje se colocó en sobres de papel y se colocó en una estufa a una temperatura de secado en 60 °C por 72 horas. Una vez seco el material se procedió a pesar en una balanza digital de precisión.

Biomasa fresca radicular

Al término del experimento se procedió a lavar las raíces de las plantas de 3 meses de edad, se retiró todo resto de sustrato. Luego se procedió a pesar las muestras en una balanza digital de precisión.

Biomasa seca radicular

Se coloco las muestras de raíces dentro de la estufa con una temperatura de 60 °C por un periodo de 72 horas. Culminado el tiempo de secado se utilizó una balanza digital de precisión para obtener los pesos de raíces por cada tratamiento.

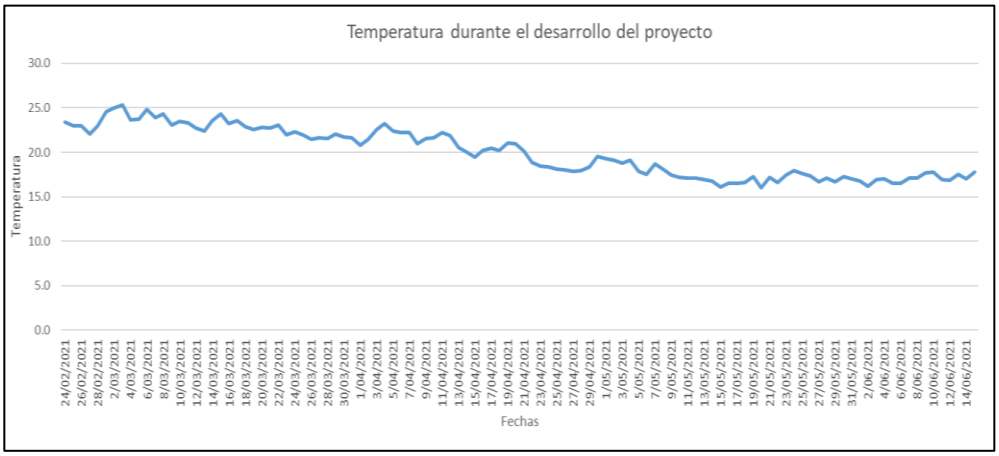
3.7. Datos meteorológicos durante la investigación

El proyecto se desarrolló a partir del 24 de febrero del 2021 hasta el 24 de mayo del 2021. Durante el desarrollo del proyecto se tomó datos de los termohigrómetros instalados dentro del vivero, en horarios de 7 a.m, 12 p.m y 5 p.m.

Según la Figura 17, durante los meses de febrero, marzo y abril se registró temperaturas entre los 22 y 25 grados en promedio. A partir del mes de mayo y junio las temperaturas oscilaron entre los 16 y 20 grados. Para el desarrollo del arándano, el rango óptimo de temperatura oscila entre 16-25ºC. Estas temperaturas nos indican unas condiciones agrometeorológicas óptimas para el desarrollo del arándano en etapa de vivero.

Figura 17.

Temperatura promedio por día durante ejecución de proyecto

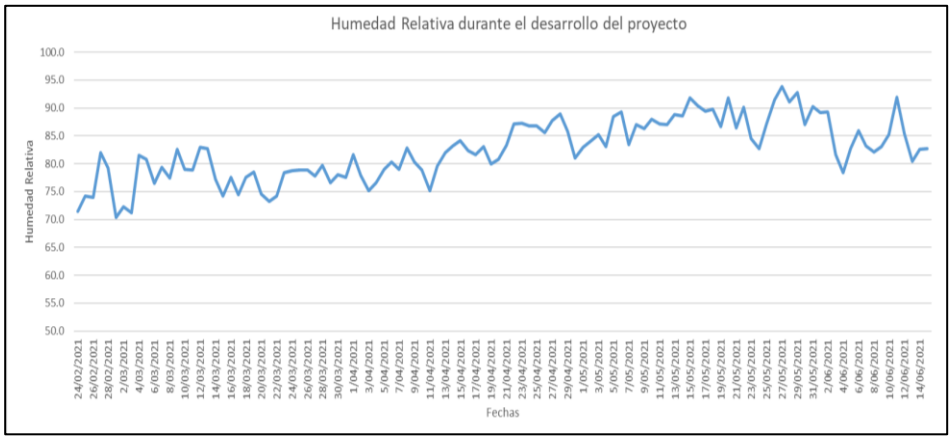


Fuente: Elaboración propia (2021).

Según la Figura 18, durante los meses de febrero, marzo y abril se registró una humedad relativa alrededor del 80%. A partir del mes de mayo y junio la humedad relativa se mantuvo alrededor del 90%. La humedad relativa alta es ideal para el crecimiento de arándano, como también puede presentarse problemas fitosanitarios por agentes patógenos. Pero el correcto manejo de los riegos realizados durante todo el proyecto nos aseguró no observar estos problemas.

Figura 18.

Humedad relativa promedio diaria durante ejecución de proyecto



Fuente: Elaboración propia (2021).

3.8. Supuestos de Normalidad y Homogeneidad

3.8.1. Prueba de Normalidad de Varianza

Se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors, ya que se cuenta con una base de datos con 252 observaciones, lo que conlleva a 252 residuales por variable.

Tabla 2

Resultados de Prueba de Normalidad en las ocho variables del estudio proyecto Hongos endófitos promotores del crecimiento vegetal de arándano

Variable	Prueba	Pvalor
V1: Altura de planta	K-S (corrección Lilliefors)	0.7024
V2: Número de Hojas	K-S (corrección Lilliefors)	0.5612
V3: Diámetro de tallo	K-S (corrección Lilliefors)	0.6163
V4: Número de brotes	K-S (corrección Lilliefors)	0.0006674
V5: Biomasa fresca aérea	K-S (corrección Lilliefors)	0.1229
V6: Biomasa seca aérea	K-S (corrección Lilliefors)	0.02047
V7: Biomasa fresca radicular	K-S (corrección Lilliefors)	0.1836
V8: Biomasa seca radicular	K-S (corrección Lilliefors)	0.0255

Nota: Se observa que las variables V4, V6 y V8 no cumplen el supuesto de normalidad.

Fuente: Elaboración propia (2021).

3.8.2. Prueba de Homogeneidad de varianza

Se utilizó la prueba de Bartlett en las variables que cumplen el supuesto de normalidad y la prueba de Fligner-Killeen en las variables que no cumplen el supuesto de normalidad.

Tabla 3

Resultados prueba de Homogeneidad en las ocho variables de estudio proyecto Hongos endófitos promotores del crecimiento vegetal de arándano

Variable	Prueba	Pvalor
V1: Altura de Planta	Bartlett	0.6187
V2: Número de Hojas	Bartlett	0.7573
V3: Diámetro de tallo	Bartlett	0.1121
V4: Número de brotes	Fligner-Killeen	0.9913
V5: Biomasa fresca aérea	Bartlett	0.6147
V6: Biomasa seca aérea	Fligner-Killeen	0.418
V7: Biomasa fresca radicular	Bartlett	0.01726
V8: Biomasa seca radicular	Fligner-Killeen	0.6968

Fuente: Elaboración propia (2021).

Se observa que la variable V7 biomasa fresca radicular no cumple el supuesto de homogeneidad de varianzas. Según los supuestos de Normalidad y Homogeneidad se determinó utilizar las siguientes pruebas de análisis de varianza.

Tabla 4

Pruebas de Análisis de varianza elegidas según supuestos de Normalidad y Homogeneidad

Variable	Prueba
V1: Altura de planta	ANOVA
V2: Número de hojas	ANOVA
V3: Diámetro de tallo	ANOVA
V4: Número de Brotes	KRUSKAL WALLIS
V5: Biomasa fresca aérea	ANOVA
V6: Biomasa seca aérea	KRUSKAL WALLIS
V7: Biomasa fresca radicular	KRUSKAL WALLIS
V8: Biomasa seca radicular	KRUSKAL WALLIS

Fuente: Elaboración propia (2021).

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Efecto de los hongos endófitos en el crecimiento vegetativo de arándano (*Vaccinum corymbosum* L.)

4.1.1. Altura de planta

El análisis de varianza (ANVA) para la variable altura de planta, muestra que no existe significancia en las tres evaluaciones realizadas, indicando que la F >0.05 por lo que se acepta la hipótesis nula, donde los tratamientos aplicados muestran efectos similares y no hay un tratamiento que sea superior a los demás. El coeficiente de variación (CV) para cada evaluación son aceptables, llegando a un 19.15% en la primera evaluación y culmina con un 11.81% en la última evaluación del proyecto (Tabla 6)

Tabla 5

Análisis de varianza de las evaluaciones altura de planta (mm) de plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en cañete, 2021

Fuente de variación	Grado de libertad	1era evaluación	2da evaluación	3ra evaluación
modelo	20	N.S	N.S	N.S
Tratamiento	20	N.S	N.S	N.S
Error	63			
Total	83			
F		0.3343	0.0645	0.3843
C.V		19.15%	10.55%	11.81%

Nota: N.S= No significativo; **: Altamente Significativo; *Significativo; C.V= Coeficiente de Variabilidad: F= F calculada

Fuente: Elaboración propia (2021).

En la Tabla 7, se presenta la comparación de promedios de los 20 tratamientos y el testigo por evaluación de la variable altura de planta; es asi que el tratamiento 5 (cepa H20 *Alternaria*) y tratamiento 3 (cepa H93 *Trichoderma*) logran convertirse en los dos mejores tratamientos con un promedio de 277.75 mm y 276.25 mm respectivamente en la tercera evaluación a comparación de los tratamientos 20 (cepa H106 *Fusarium*) y 13 (cepa TP126 *Trichoderma*), que tuvieron menor efecto en altura de planta, mostrando una media de 230.9 mm y 229.3 mm respectivamente en la tercera evaluación.

Tabla 6.

Comparación de promedios por evaluación en la variable altura de planta (mm) de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en cañete, 2021

Orden de Mérito en la 3ra Eva.	Trat.	Genero	Evaluaciones		
			Primera	Segunda	Tercera
1	T5	*Alternaria*	36.8	126.15	277.75
2	T3	*Trichoderma*	36.5	138	276.25
3	T10	*Cladosporium*	42.7	128.68	275.18
4	T8	*Cladosporium*	40.0	124.6	273.43
5	T1	*Trichoderma*	49.5	130.75	270.33
6	T11	*Aspergillus*	36.6	123.43	268.9
7	T2	*Trichoderma*	40.4	129.93	268.75
8	T9	*Cladosporium*	35.3	132.8	263.35
9	T6	*Ulocladium*	37.0	125.4	259.25
10	T21	*Testigo*	38.3	118.93	257.93
11	T7	*Nigrospora*	34.6	115.33	252.18
12	T4	*Trichoderma*	38.6	122.25	251.83
13	T18	*Trichoderma*	43.3	118.73	251.1
14	T17	*Stemphyllium*	38.1	110.18	250.75
15	T12	*Aspergillus*	41.8	127.15	250
16	T14	*Trichoderma*	40.1	119.25	242.28
17	T15	*Alternaria*	37.1	109.18	242
18	T16	*Alternaria*	41.6	123.83	236.08
19	T19	*Fusarium*	38.7	113.93	232.43
20	T20	*Fusarium*	31.7	104.93	230.9
21	T13	*Trichoderma*	32.7	117.25	229.33
Rango			46.2-70	104.9-132.8	229.3-277.8

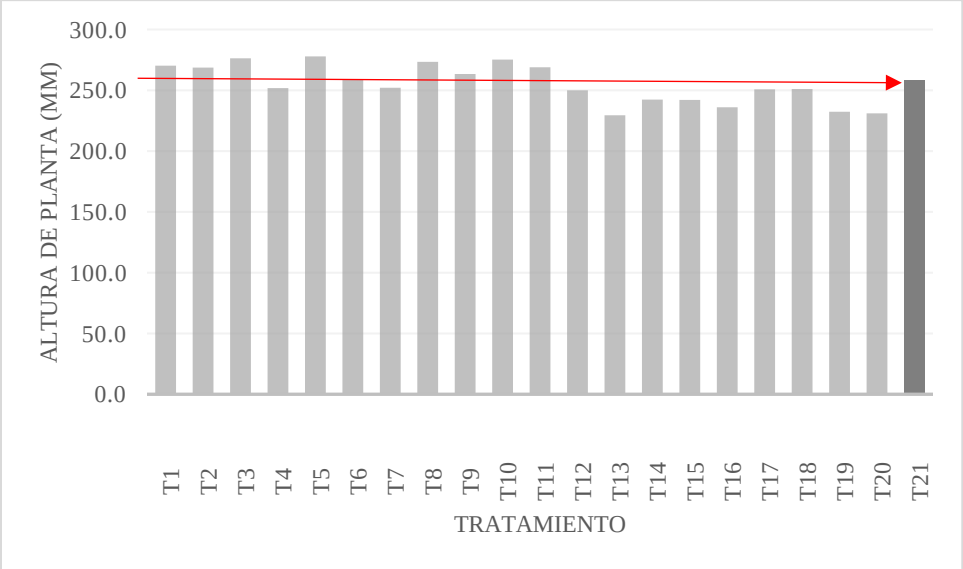
Nota: 1era Evaluación (30 días después de trasplante); 2da Evaluación (60 días después de trasplante); 3ra Evaluación (90 días después de trasplante).

Fuente: Elaboración propia (2021).

En la figura 19 se comparó el promedio de altura de planta entre los 20 tratamientos y el testigo, es así que 9 tratamientos superan al testigo, entre los primeros se encuentra el tratamiento 3 (cepa H93 *Trichoderma*) y el tratamiento 5 (cepa H20 *Alternaria*). Sin embargo 11 tratamientos presentaron inferiores al testigo, el tratamiento 20 (cepa H106 *Fusarium*) y tratamiento 13 (cepa TP126 *Trichoderma*) son los últimos de menor altura de planta.

Figura 19

Tercera evaluación de la altura de planta (mm) en plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en Cañete, 2021.



Nota: Comparación de los 21 tratamientos en la tercera evaluación (90 días) altura de planta.

Fuente: Elaboración propia (2021).

4.1.2. Diámetro de tallo

El análisis de varianza (ANVA) para la variable diámetro de tallo (Tabla 8), muestra que no existe significancia para la primera y tercera evaluación; sin embargo, para la segunda evaluación si existe significancia. En la última evaluación concluimos que la F >0.05 lo que nos lleva a aceptar la hipótesis nula, demostrando que los tratamientos aplicados muestran efectos similares. El coeficiente de variación (CV) para la tercera evaluación se encuentra en 12.6%.

Tabla 7

Análisis de varianza de las evaluaciones del diámetro de tallo (mm) de plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en cañete, 2021

Fuente de variación	grado de libertad	1era evaluación	2da evaluación	3ra evaluación
modelo	20	N.S	*	N.S
Tratamiento	20	N.S	*	N.S
Error	63			
Total	83			
F		0.9201	0.0172	0.4615
C.V		14.8%	13.3%	12.6%

Nota: N.S= No significativo; **: Altamente Significativo; *Significativo; C.V= Coeficiente de Variabilidad: F= F calculada

Fuente: Elaboración propia (2021).

En la tabla 9, se observa la comparación de promedios de los 21 tratamientos por cada evaluación de la variable diametro de tallo. Tenemos 12 tratamientos por encima del testigo señalando que el testigo tuvo un promedio de 2.54 mm en el diametro de tallo; sin embargo, el tratamiento 3 (Cepa H93 *Trichoderma*) se posiciona como mejor tratamiento con una promedio de 2.92 mm de diametro de tallo en su tercera evaluación comparado con los demas tratamientos sin diferencia significativa con el testigo. Además el tratamiento 19 (Cepa H78 *Fusarium*) y tratamiento 20 (Cepa H106 *Fusarium*) fueron los que presentaron los valores mas bajos de diametro, mostrando una media de 2.26 mm y 2.25 mm diametro de tallo respectivamente en la tercera evaluación.

Tabla 8.

Comparación de promedios de las evaluaciones diámetro de tallo (mm) de plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en cañete, 2021.

Orden de Mérito 3ra Eva.	Trat	Genero	Evaluaciones			
			Primera	Segunda	Letra	Tercera
1	T3	*Trichoderma*	0.89	1.8	A	2.92
2	T5	*Alternaria*	0.82	1.57	AB	2.87
3	T2	*Trichoderma*	0.8	1.58	AB	2.76
4	T6	*Ulocladium*	0.83	1.57	AB	2.73
5	T8	*Cladosporium*	0.9	1.58	AB	2.7
6	T12	*Aspergillus*	0.83	1.53	AB	2.69
7	T7	*Nigrospora*	0.73	1.33	AB	2.67
8	T1	*Trichoderma*	0.86	1.55	AB	2.65
9	T10	*Cladosporium*	0.77	1.36	AB	2.62
10	T9	*Cladosporium*	0.81	1.41	AB	2.55
11	T11	*Aspergillus*	0.8	1.54	AB	2.55
12	T16	*Alternaria*	0.76	1.35	AB	2.54
13	T21	*Testigo*	0.86	1.49	AB	2.54
14	T14	*Trichoderma*	0.81	1.4	AB	2.54
15	T4	*Trichoderma*	0.81	1.36	AB	2.54
16	T13	*Trichoderma*	0.77	1.37	AB	2.53
17	T15	*Alternaria*	0.77	1.34	AB	2.52
18	T18	*Trichoderma*	0.79	1.4	AB	2.48
19	T17	*Stemphyllium*	0.87	1.4	AB	2.46
20	T19	*Fusarium*	0.85	1.23	B	2.26
21	T20	*Fusarium*	0.77	1.23	B	2.25
Rango			0.77-0.9	1.23-1.8		2.25-2.92

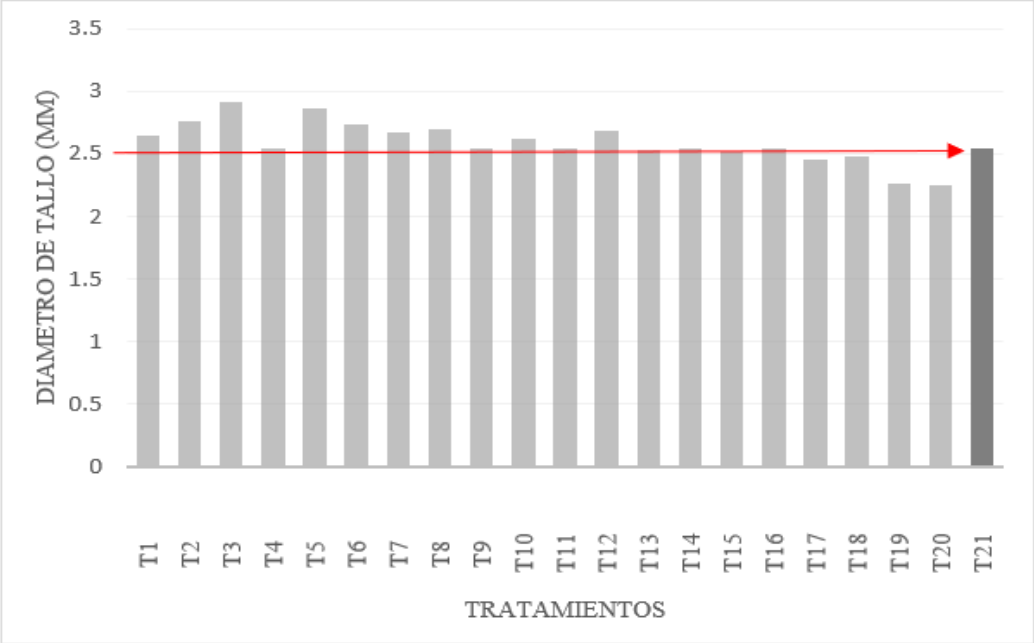
Nota*:* 1era Evaluación (30 días después de trasplante); 2da Evaluación (60 días después de trasplante); 3ra Evaluación (90 días después de trasplante). Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia (2021).

En la figura 20 se observa que 12 tratamientos se encuentran con valores de diámetro de tallo superiores al testigo. Las plántulas tratadas con el tratamiento 3(cepa H93) presentaron el mayor diámetro de tallo (2.92 mm). Sin embargo, ocho tratamientos presentaron valores inferiores al testigo, siendo los tratamientos 20 (cepa H106 *Fusarium*) y 19 (cepa H78 *Fusarium*) con los valores más bajos en el diámetro de tallo, (2.25 mm y 2.26 mm respectivamente).

Figura 20

Tercera evaluación de diámetro de tallo (mm) en plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en Cañete, 2021.



Nota: Comparación de los 21 tratamientos en su tercera evaluación (90 días) variable diámetro de tallo.

Fuente: Elaboración propia (2021).

4.1.3. Número de Hojas

En el análisis de varianza (ANVA) para la variable número de hojas, nos muestra diferencia significativa en la segunda evaluación y tercera evaluación debido a que la F <0.05 (Tabla 10), lo que nos lleva a aceptar la hipótesis nula, demostrando que los tratamientos aplicados muestran efectos similares. El coeficiente de Variación (CV) se observó en 4.4% para la última evaluación del número de hojas en arándano.

Tabla 9

Análisis de varianza de las evaluaciones número de hojas de plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en cañete, 2021

Fuente de variación	Grado de libertad	1ra evaluación	2da evaluación	3ra evaluación
modelo	20	N.S	**	*
Tratamiento	20	N.S	**	*
Error	63			
Total	83			
F		0.9718	0.0031	0.05
C.V		9.3%	9.2%	4.4%

Nota*:* N.S= No significativo; **: Altamente Significativo; *Significativo; C.V= Coeficiente de Variabilidad: F= F calculada

Fuente: Elaboración propia (2021).

En la tabla 11, se presenta la prueba de Tukey, donde se compara las medias de la variable número de hojas. En la primera evaluacion no existe diferencia significativa entre los tratamientos a comparación de la segunda y tercera evaluación donde si existe diferencia significativa. Las plantulas tratadas con el tratamiento 3 (cepa H93 *Trichoderma*) tuvo mayor cantidad de hojas, con una media promedio de 55.5 unidades. Además se observa el tratamiento 19 (cepa H78 *Fusarium*) con menor efecto en el número de hojas, observandose una media de 35 unidades. En la tercera evaluación, se observa que 17 tratamientos tuvieron mayor efecto en el número de hojas a comparación con el testigo.

Tabla 10

Comparación de promedios de las evaluaciones número de hojas de plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en cañete, 2021.

Orden de mérito 3ra Eva.	Trat	Genero	Evaluación				
			Primera	Segunda		Tercera	
1	T3	*Trichoderma*	6.3	33.5	A	55.5	A
2	T13	*Trichoderma*	5.6	18.7	ABC	47.4	AB
3	T2	*Trichoderma*	6	30	AB	47.8	AB
4	T1	*Trichoderma*	5.9	25.8	ABC	46.3	AB
5	T5	*Alternaria*	6	23.5	ABC	45	AB
6	T10	*Cladosporium*	5.6	21.8	ABC	44.6	AB
7	T6	*Ulocladium*	6.6	21.2	ABC	43.4	AB
8	T8	*Cladosporium*	6	24.7	ABC	43	AB
9	T12	*Aspergillus*	5.9	24.4	ABC	42.9	AB
10	T11	*Aspergillus*	5.7	23.8	ABC	43.7	AB
11	T14	*Trichoderma*	6.3	15.8	BC	42.8	AB
12	T9	*Cladosporium*	6.3	19.8	ABC	40.3	AB
13	T17	*Stemphyllium*	6	18	ABC	39.4	AB
14	T15	*Alternaria*	5.5	20	ABC	39.4	AB
15	T16	*Alternaria*	5.8	19.2	ABC	40.1	AB
16	T7	*Nigrospora*	6	17	ABC	39.9	AB
17	T4	*Trichoderma*	5.5	20.9	ABC	38.3	AB
18	T21	*Testigo*	5.7	18.3	ABC	38.3	AB
19	T18	*Trichoderma*	5.6	17.8	ABC	37.9	AB
20	T20	*Fusarium*	5.3	14.6	C	36.7	AB
21	T19	*Fusarium*	5.8	15.1	BC	35	B
Rango			5.3-6.3	14.6-33.5		35-55.5	

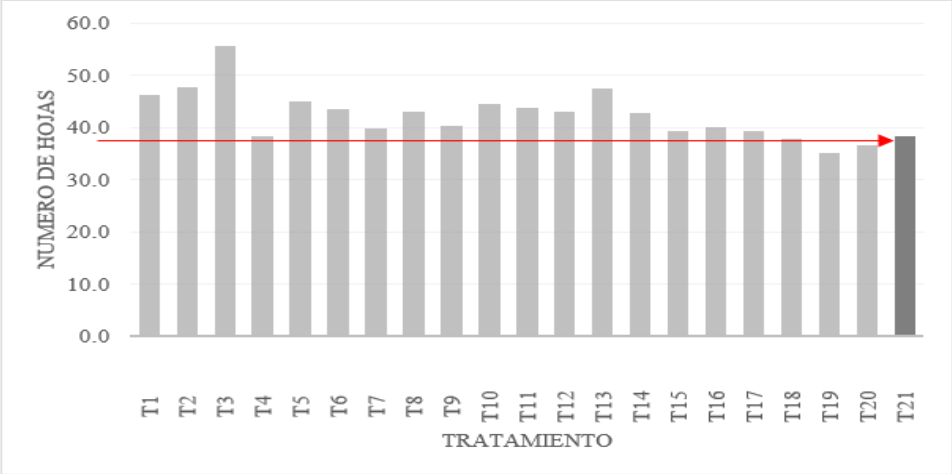
Nota: 1era Evaluación (30 días después de trasplante); 2da Evaluación (60 días después de trasplante); 3ra Evaluación (90 días después de trasplante), Letras distintas indican diferencia significativa.

Fuente: Elaboración propia (2021).

En la figura 21 se puede observar los 21 tratamientos. Para la segunda y tercera evaluación se observa diferencia significativa. Es así que el tratamiento 3 (cepa H93 *Trichoderma*) es el mejor tratamiento con 55.5 hojas y el tratamiento 19 (cepa H78 *Fusarium*) ocupa el ultimo lugar con 35 hojas, ocupándose por debajo del testigo. Además, podemos observar que 17 tratamientos superan al testigo teniendo un efecto sobre la variable número de hojas.

Figura 21

Tercera evaluación del número de hojas en plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en Cañete, 2021.



Nota: Comparación de los 21 tratamientos en su tercera evaluación (90 días) variable número de hojas

4.1.4. Número de Brotes

En el análisis de varianza Kruskal Wallis para la variable número de brotes (Tabla 12), nos muestra que no hay significancia en las tres evaluaciones realizadas a los tratamientos, es así que F >0.05 y se acepta la hipótesis nula. Concluyendo que los tratamientos aplicados muestran efectos similares en el número de brotes.

Tabla 11

Análisis de varianza de las evaluaciones número de brotes de plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en cañete, 2021

Fuente de variación	Grado de libertad	1era evaluación	2da evaluación	3ra evaluación
modelo	20	N.S	N.S	N.S
Tratamiento	20	N.S	N.S	N.S
Error	63			
Total	83			
F		0.1764	0.3551	0.2874

Nota: N.S= No significativo; **: Altamente Significativo; *Significativo; C.V= Coeficiente de Variabilidad: F= F calculada

Fuente: Elaboración propia (2021).

En la tabla 13, se presenta la comparación de promedios de la variable número de brotes, El tratamiento 3 (cepa H93 *Trichoderma*) presento mayor numero de brotes con un promedio de 3.58 unidades. Ademas se observa que todas las plantulas de arandano tratadas con las cepas de hongos endofitos superaron al testigo con un promedio de 2.17 número de brotes.

Tabla 12

Comparación de promedios de las evaluaciones número de brotes de plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en cañete, 2021.

Orden de mérito 3ra eva.	Trat	Genero	Evaluación		
			Primera	Segunda	Tercera
1	T3	*Trichoderma*	0.0	3.5	3.58
2	T13	*Trichoderma*	0.0	2.8	3.17
3	T10	*Cladosporium*	0.1	2.7	3.08
4	T1	*Trichoderma*	0.0	2.3	3
5	T2	*Trichoderma*	0.1	2.7	2.88
6	T5	*Alternaria*	0.0	2.3	2.83
7	T6	*Ulocladium*	0.1	2.5	2.83
8	T12	*Aspergillus*	0.0	2.3	2.75
9	T11	*Aspergillus*	0.0	2.3	2.75
10	T8	*Cladosporium*	0.0	2.3	2.5
11	T14	*Trichoderma*	0.1	2.3	2.58
12	T16	*Alternaria*	0.0	2.1	2.5
13	T9	*Cladosporium*	0.1	2.1	2.42
14	T18	*Trichoderma*	0.0	2.0	2.42
15	T17	*Stemphyllium*	0.0	1.8	2.33
16	T15	*Alternaria*	0.0	1.8	2.33
17	T4	*Trichoderma*	0.0	2.3	2.33
18	T19	*Fusarium*	0.0	1.7	2.33
19	T7	*Nigrospora*	0.1	2.2	2.33
20	T20	*Fusarium*	0.1	1.8	2.33
21	T21	*Testigo*	0.0	1.8	2.17
Rango			1.75-3.45	2.25-3.55	2.25-3.58

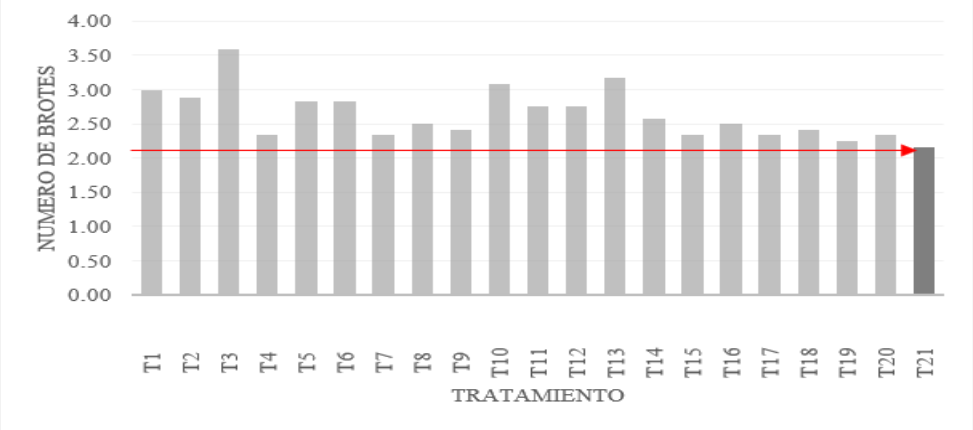
Nota: 1era Evaluación (45 días después de trasplante); 2da Evaluación (60 días después de trasplante); 3ra Evaluación (90 días después de trasplante).

Fuente: Elaboración propia (2021).

En la figura 22 se puede observar que todas las cepas de hongos endófitos superando al testigo en la variable número de brotes. El tratamiento 3 (cepa H93 *Trichoderma*) resulta ser el mejor tratamiento, el testigo llego a ser el tratamiento con menor efecto en el número de brotes. El genero *Trichoderma* se presenta como uno de los mejores tratamientos.

Figura 22

Tercera evaluación de número de brotes en plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en Cañete, 2021.



Nota: Comparación de los 21 tratamientos en su tercera evaluación (90 días) variable número de brotes

Fuente: Elaboración propia (2021).

4.1.5. Biomasa Fresca Aérea

En el análisis de varianza (ANVA) para la variable biomasa fresca aérea, no hay significancia en los tratamientos, debido a que la F >0.05 (Tabla 14), por lo que aceptamos la hipótesis nula, donde los tratamientos muestran efectos similares en la variable biomasa fresca de aérea. El coeficiente de variación (CV) fue de 24%.

Tabla 13.

Análisis de varianza de las evaluaciones biomasa fresca aérea de plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en cañete, 2021.

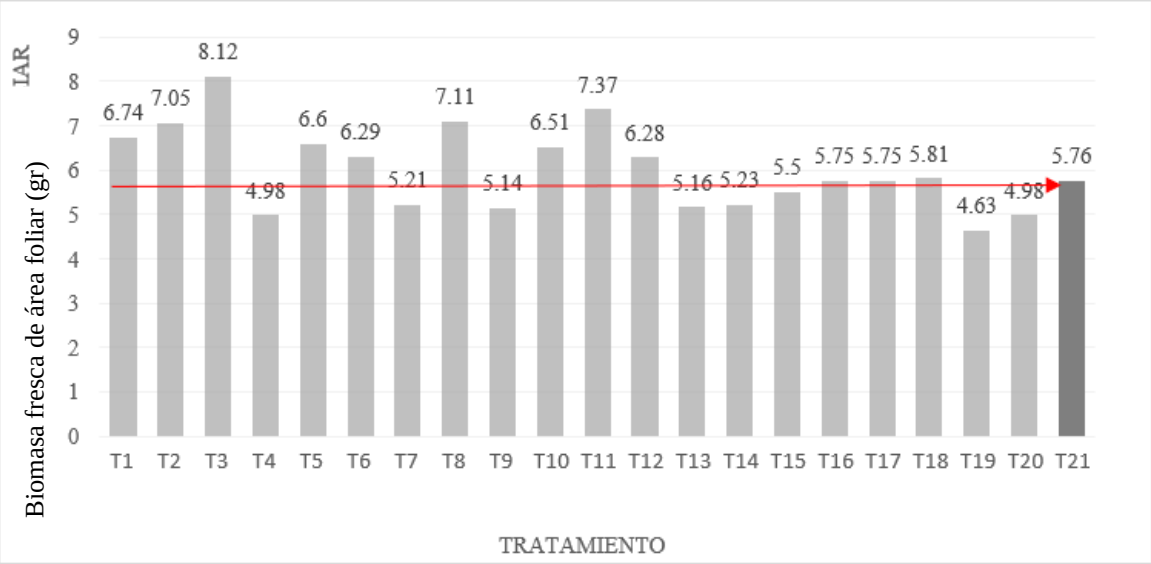
Fuente de variación	Grado de libertad	Datos
modelo	20	N.S
Tratamiento	20	N.S
Error	63	
Total	83	
F		0.0638
C.V		24%

Nota*:* N.S= No significativo; **: Altamente Significativo; *Significativo; C.V= Coeficiente de Variabilidad: F= F calculada

En la figura 23 se presenta la comparación de promedios de la variable biomasa fresca de aerea, 10 tratamientos superaron al testigo y el tratamiento 3 (cepa H93 *Trichoderma*) y el tratamiento 11 (cepa H111 *Aspergillus*) ocupon los dos mejores tratamientos por orden de merito, con un promedio de 8.12 y 7.37 gramos respectivamente. Ademas se observa que 10 tratamientos muestran un efecto superior al testigo, quien tuvo un promedio de 5.76 gramos. Los tratamientos con los resultados menos favorables estan representados por el tratamiento 19 (cepa H78 *Fusarium*), presentando un promedio de 4.63 gramos.

Figura 23

Evaluación de biomasa fresca aérea (gramos) en plántulas de arándano tratadas con cepas de



Nota*:* Comparación de 21 tratamientos a los 90 días de trasplante en la variable biomasa fresca aérea.

Fuente: Elaboración propia (2021).

4.1.6. Biomasa Seca Aérea

En el análisis de varianza Kruskal Wallis para la variable biomasa seca aérea, nos muestra que, si hay significancia para los tratamientos, concluyendo que la F <0.05 (Tabla 15), así aceptamos la hipótesis alternativa, donde al menos uno de los tratamientos es diferente de los demás.

Tabla 14

Análisis de varianza de las evaluaciones biomasa seca aérea de plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en cañete, 2021.

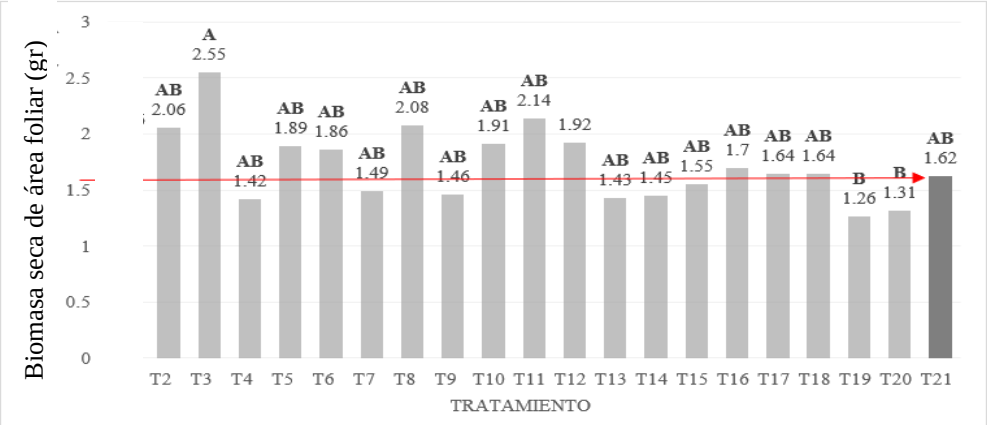
Fuente de variación	Grado de libertad	Datos
modelo	20	*
Tratamiento	20	*
Error	63	
Total	83	
F		0.0318

Nota*:* N.S= No significativo; **: Altamente Significativo; *Significativo; F= F calculada

La figura 24, muestra la comparación de medias de la variable biomasa seca aerea, y se observa que el tratamiento 3 (cepa H93 *Trichoderma*), con una media de 2.55 gramos Además se observa que la cepa H93 fue el unico tratamiento que supero al testigo con diferencia significativa de los demas tratamientos, con 2.55 gramos de biomasa seca aerea. Sin embargo, los demas tratamientos no tuvieron efecto en la variable, incluso el tratamiento 20 (cepa H106 *Fusarium*) y tratamiento 19 (cepa H78 *Fusarium*), presentaron valores inferiores al testigo.

Figura 24

Evaluación de biomasa seca áerea (gramos) en plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en Cañete, 2021.



Nota: Comparación de 21 tratamientos a los 90 días de trasplante en la variable biomasa seca aérea.

Fuente: Elaboración propia (2021).

4.2. Efecto de los Hongos Endófitos en el Crecimiento Radicular de Arándano (*Vaccinum corymbosum* L.)

4.2.1. Biomasa fresca radicular

En el análisis de varianza Kruskal Wallis para la variable biomasa fresca de radicular, nos muestra que, no existe significancia, de esta manera se concluye que la F >0.05 (Tabla 16), así aceptamos la hipótesis nula, donde todos los tratamientos son iguales y ninguno sobresale de los demás tratamientos.

Tabla 15

Análisis de varianza Kruskal Wallis en variable biomasa fresca radicular de plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en cañete, 2021.

Fuente de variación	Grado de libertad	Datos
modelo	20	N.S
Tratamiento	20	N.S
Error	63	
Total	83	
F		0.0658

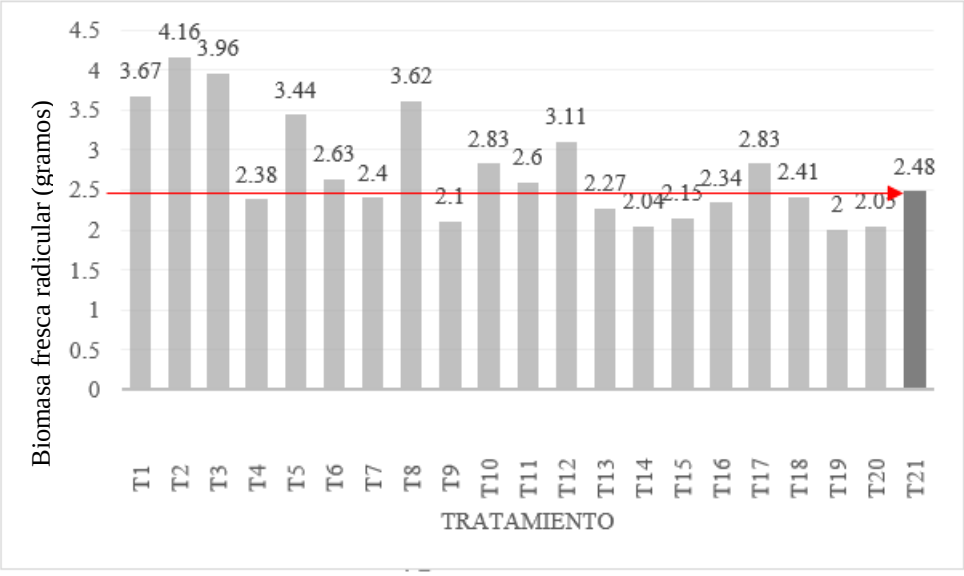
Nota: N.S= No significativo; **: Altamente Significativo; *Significativo; F= F calculada

Fuente: Elaboración propia (2021).

En la figura 25, se observa que 10 tratamientos se encuentran con valores de superiores al testigo en la variable biomasa fresca radicular, se observa que el tratamiento 2 (cepa H91 *Trichoderma*) es el mejor tratamiento con 4.16 gramos, seguido del tratamiento 3 (H93 *Trichoderma*) y el tratamiento 1 (H1 *Trichoderma*) con una media 3.96 y 3.67 gramos respectivamente. Los tratamientos con menor efecto sobre la biomasa fresca rdicular son el tratamiento 20 (cepa H106 *Fusarium*), tratamiento 14 (cepa EME-P2(H6) *Trichoderma*) y el tratamiento 19 (cepa H78 *Fusarium*), presentando una media de 2.05, 2.04 y 2 gramos respectivamente.

Figura 25

Evaluación de biomasa fresca radicular (gramos) en plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en Cañete, 2021.



Nota: Comparación de 21 tratamientos a los 90 días de trasplante en la variable biomasa fresca radicular.

Fuente: Elaboración propia (2021).

4.2.2. Biomasa seca radicular

En el análisis de varianza Kruskal Wallis para la variable biomasa seca radicular, nos muestra que, no existe diferencia significativa, de esta manera se concluye que la F >0.05 (Tabla 17), así aceptamos la hipótesis nula, donde todos los tratamientos muestran efectos similares y ninguno sobresale significativamente del resto.

Tabla 16

Análisis de varianza Kruskal Wallis en variable biomasa seca radicular de plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en cañete, 2021.

Fuente de variación	Grado de libertad	Datos
modelo	20	N.S
Tratamiento	20	N.S
Error	63	
Total	83	
F		0.1109

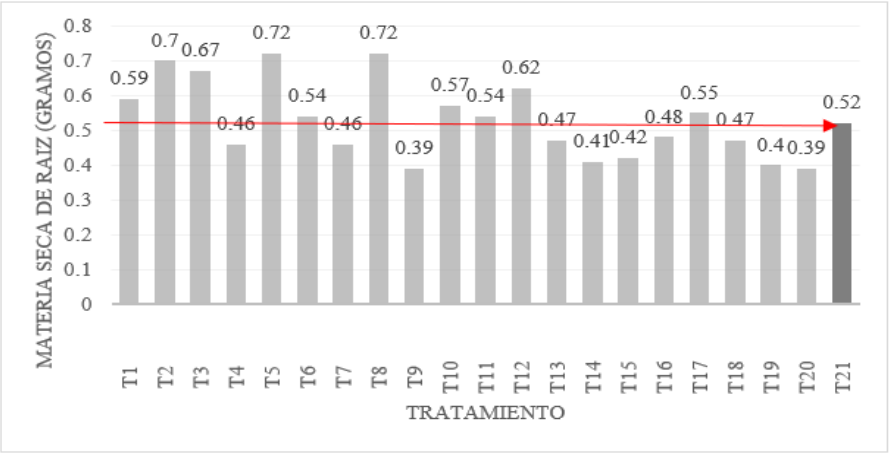
Nota: N.S= No significativo; **: Altamente Significativo; *Significativo; F= F calculada

Fuente: Elaboración propia (2021).

En la figura 26, se presenta la comparación de medias en la variable biomasa seca radicular, son 10 tratamientos que superaron al testigo. Los tratamiento con mejor resultados en esta variable son los tratamiento 8 (cepa H41 *Cladosporium)* y el tratamiento 5 (cepa H20 *Alternaria*) con un media de 0.72 gramos para ambos tratamientos. Como peores tratamientos tenemos el tratamiento 20 (cepa H106 *Fusarium*) y el tratamiento 9 (cepa H95 *Cladosporium*) con una media de 0.39 gramos respectivamente.

Figura 26

Evaluación de biomasa seca radicular (gramos) en plántulas de arándano tratadas con cepas de hongos endófitos a nivel de vivero en Cañete, 2021



Nota: Comparación de 21 tratamientos a los 90 días de trasplante en la variable biomasa fresca radicular.

Fuente: Elaboración propia (2021).

4.3. DISCUSIONES

En el parámetro altura de planta y diámetro de tallo, no se observó diferencia significativa entre los tratamientos, pero si se observó que el tratamiento 5 (cepa H20 *Alternaria*) y el tratamiento 3 (cepa H93 *Trichoderma*) ocupan los primeros puestos en la tercera evaluación altura de planta. El género *Trichoderma* tiene capacidad para solubilizar fosfatos, micronutrientes y cationes minerales útiles para el correcto metabolismo de las plantas; es así que Torres et al. (2015) explica la función de este género cuando se asocia con la rizosfera de plantas de manera endófita, destacando la promoción del crecimiento y desarrollo de las plantas, mediante la elaboración de auxinas y giberelinas; producción de ácidos orgánicos (glucónico, fumárico, y cítrico) con la función de bajar el pH del suelo y así contribuyendo a la solubilización de minerales vitales en el metabolismo vegetal, como lo son fosfatos, magnesio, hierro y manganeso. Asimismo, en la variable diámetro de tallo, Mejia (2018) afirma el efecto positivo sobre la variable diámetro del tallo, se observó en todos los tratamientos de *Trichoderma* sp. Para el caso del género *Fusarium* en el experimento se ubica como el tratamiento con menor efecto sobre el diámetro de tallo, debido a que este género se comporta como patógeno.

Además, se observó la Cepa H93 del género *Trichoderma* tuvo mayor efecto en el parámetro número de hojas y biomasa seca aérea, lo cual concuerda con Pezo (2016) donde se estudió 16 cepas de *Trichoderma* sp para probar su bioprotección en sacha inchi frente al ataque de *Meloidogyne incognita* bajo condiciones controladas. Como resultado se obtuvo 2 tratamientos del género *Trichoderma* con excelentes resultados sobre la variable número de hojas. En el parámetro variable biomasa seca de aérea, el tratamiento 3 (H93 *Trichoderma*) muestra diferencia significativa con respecto a los demas tratamientos de hongos endofitos. Este efecto también se observa en el estudio de Camargo y Ávila (2013) donde mostraron que la aplicación de *Trichoderma sp.* tiene un efecto en el crecimiento y desarrollo de la arveja superior al testigo, reflejado en la biomasa seca aérea de arveja. De la misma manera Mejia (2018) concluyo el efecto positivo de cinco hongos endófitos aislados del género *Trichoderma*, en el cultivo de Arándano bajo invernadero, Además, con el tratamiento 8 (H41 C*ladosporium*) en la investigación se observó resultados favorables, similar a lo reportado por Rothen (2015) en su estudio hongos endófitos sobre los cultivos de trigo (*Triticum aestivum*) y la soja (*Glycine max*), la especie

Cladosporium sphaerospermum, fue uno de los mejores tratamientos sobre la variable biomasa seca de aérea.

En el parámetro número de brotes se observó que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, pero cabe señalar que el tratamiento 3 (cepa H93 *Trichoderma*) y el tratamiento 13 (cepa TP126 *Trichoderma)* ocupan los primeros lugares en orden de mérito. En este sentido Arias (2016) evaluó los efectos de dos especies de *Trichoderma* (*T. koningii* y *T. harzianum*), aplicación de Ácido alfa-naftalenoacético y un testigo a base de agua en estacas de mora castilla. Las mediciones realizadas en la variable número de brotes a los 45, 60 y 75 días concluyeron que los tratamientos de *Trichoderma* no tuvieron una diferencia significativa notable en comparación con el testigo.

En el parámetro biomasa fresca aérea, el tratamiento 3 (H93 *Trichoderma*) y el tratamiento T11 (H111 *Aspergillus*) ocupan los primeros puestos por orden de mérito, para el caso del género *Trichoderma* concuerda con el estudio de Mejia (2018) donde reporto el efecto antagónico de cinco cepas de hongos endófitos del género *Trichoderma*, en el cultivo de Arándano bajo invernadero, los resultados demostraron que la aplicación de *Trichoderma harzianum* influye positivamente en la biomasa fresca aérea. Por su parte Camargo y Ávila (2013) mostraron que la aplicación de *Trichoderma sp.* en alverja tuvieron efecto positivo en el crecimiento y desarrollo, reflejado en la biomasa fresca aérea.

En el parámetro biomasa fresca radicular, no se observó diferencia significativa entre los tratamientos, pero los tratamientos 2 (cepa H91 *Trichoderma*), tratamiento 3 (H93 *Trichoderma*) y el tratamiento 1 (H1 *Trichoderma*) resultaron ser los primeros puestos por orden de mérito sobre esta variable, esto concuerda con Mendez (2019) donde estudió varios géneros de hongos endófitos, entre ellos el género *Trichoderma* sobre el crecimiento de *Sorghun bicolor* y muestran los mejores efectos en la biomasa fresca radicular. Así mismo, Mejia (2018) expone el efecto antagónico y endófito de cepas de hongos aislados del género *Trichoderma*, en el cultivo de Arándano bajo invernadero y observa un mayor aumento del crecimiento de raíces en las cepas de este género.

En el parámetro biomasa seca radicular, los tratamientos 8 (H41 *Cladosporium)* y el tratamiento 5 (H20 *Alternaria*) son los mejores tratamientos, ambos géneros se comportan como patógenos en los cultivos agrícolas, pero demostraron un efecto positivo en el proyecto, el tratamiento 3 (H93

Trichoderma) ocupo el tercer lugar afirmando el efecto positivo sobre el crecimiento vegetal del área radicular. Asu vez Arias (2016) reporto que el género *Trichoderma*, tiene efecto promotor del crecimiento de raíces primarias en estacas de mora castilla (*Rubus glaucus*) a los 45, 60 y 75 días con mejores resultados que el testigo. Así mismo, Camargo y Ávila (2013) en su estudio del género *Trichoderma* sp. como agente promotór del desarrollo y crecimiento de la arveja (*Pisum sativum* L.) concluye que las cepas de *Trichoderma* influyen positivamente sobre la biomasa seca de raíz y la longitud de raíz, favoreciendo un mayor anclaje y obtención de nutrientes.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados y en las condiciones realizadas del presente trabajo de investigación, se concluye:

La cepa H93 del género *Trichoderma* (T3) fue el mejor tratamiento en el crecimiento vegetativo de plántulas de arándano, influyendo positivamente en las variables: número de hojas (55.5 hojas), diámetro de tallo (2.92 mm), número de brotes (3.6 brotes), biomasa fresca aérea (8.12 g) y biomasa seca aérea (2.55 g) con respecto al testigo (38.3 hojas, 2.54 mm diámetro de tallo, 2.17 brotes, 5.76 g biomasa fresca aérea, 1.62 g biomasa seca aérea respectivamente. En el otro extremo las cepas H78 y H106 del género *Fusarium (T*19 y T20) obtuvieron los efectos menos favorables en la variable diámetro de tallo (2.26 y 2.25 mm), número de hojas (35 hojas y 36.7 hojas), biomasa fresca aérea (4.63 g y 4.98 g), biomasa seca aérea (1.26 g y 1.31 g).

Los hongos endófitos se comportaron igual que el testigo en el crecimiento radicular. No obstante, en la variable biomasa fresca radicular se observó un efecto positivo en las cepas del género *Trichoderma* (Tratamiento 1,2,3) con 3.67, 4.16 y 3.96 gramos de biomasa fresca radicular en comparación con el testigo (2.48 gramos). El menor efecto se observó en las cepas H78 y H106 del género *Fusarium (T*19 y T20) con valores de 2.0 gramos y 2.03 gramos respectivamente. En la variable biomasa seca radicular, los tratamientos con mejor resultados son los tratamiento 8 (cepa H41 *Cladosporium)* y el tratamiento 5 (cepa H20 *Alternaria*) con un media de 0.72 gramos para ambos tratamientos. Como peores tratamientos tenemos el tratamiento 20 (cepa H106 *Fusarium*) y el tratamiento 9 (cepa H95 *Cladosporium*) con una media de 0.39 gramos respectivamente.

CAPITULO VII: RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar métodos de aplicación de hongos endófitos en plantas de arándano a nivel de invernadero y campo de producción, tomando en cuenta variables rendimiento.
- Evaluar diferentes dosis de la cepa H93 (*Trichoderma*) para determinar su efecto en el crecimiento vegetal y radicular en campos de producción de arándano.
- Determinar el efecto de la cepa H93 del género *Trichoderma* en el biocontrol hacia otros patógenos.

CAPITULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Armando, C (2016). *El Arándano en El Perú y el Mundo: Producción, Comercio y Perspectivas 2016*. Ministerio de Agricultura y Riego. https://repositorio.midagri.gob.pe/handle/MIDAGRI/44

Acurio, R., España, C (2017). Aislamiento, caracterización y evaluación de Trichoderma spp. como promotor de crecimiento vegetal en pasturas de Raygrass (Lolium perenne) y Trébol blanco (Trifolium repens). *Revista de Ciencias de la Vida*, 25 (1), 53-61. https://www.redalyc.org/jatsRepo/4760/476051824005/html/index.html

Arriagada, C., Manquel, D., Cornejo, P., Soto, J., Sampedro, I., Ocampo, J (2012). Efectos de la coinoculación con hongos saprobe y micorrizas sobre el crecimiento de *Vaccinium corymbosum* y algunas actividades enzimáticas del suelo. *Revista de ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 12 (2), 287-298. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-95162012000200008

Abello, J y Kelemu, S (2006). Hongos endófitos: ventajas adaptativas que habitan en el interior de las plantas. *Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria,* 7(2), 55-57. https://www.researchgate.net/publication/306022124_Hongos_endofitos_ventajas_adaptativas_que_habitan_en_el_interior_de_las_plantas

Almanza, J., Gutiérrez, M., Castro, L., Lares, F., Cortes, J., De los Santos., S (2017). *Microorganismos promotores de crecimiento vegetal con yeso agrícola en papa (Solanum tuberosum L.) bajo condiciones de sombra.* Revista Agrociencia (52), 1149-1159. http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v52n8/1405-3195-agro-52-08-1149-en.pdf

Arias, F (2016). *Evaluación de dos cepas de Trichoderma (T. harzianum, T. koningii) como estimulantes del desarrollo radicular de estacas de mora de castilla (Rubus glaucus, Benth)* [Tesis de Maestría, Universidad de Cuenca]. http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/24224/1/tesis.pdf.pdf

Berruezo, L (2018) *Caracterización morfológica, biológica y molecular de los complejos Fusarium oxysporum y Fusarium solani asociados al cultivo de Nicotiana tabacum L. en el Noroeste Argentino.* [Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Salta].

https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/80238/CONICET_Digital_Nro.5acbfa37-c88e-4e7a-9123-5487fde6795d_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Bilal, L., Asaf, S., Hamayun, M., Gul, H., Iqbal, A., Ullah, I., Lee, I., Hussain, A (2018). Plant growth promoting endophytic fungi Asprgillus fumigatus TS1and Fusarium proliferatum BRL1 produce gibberellins and regulatesplant endogenous hormones. *Revista Symbiosis, (76), 117–127.* https://www.researchgate.net/publication/323152225_Plant_growth_promoting_endophytic_fungi_Asprgillus_fumigatus_TS1_and_Fusarium_proliferatum_BRL1_produce_gibberellins_and_regulates_plant_endogenous_hormones

Beltrán, M., Ortiz, D., Macedo, G., Tinajero, E., Padilla, F., Nogueira, G (2015). *La ciencia desde Jalisco.* Arlequín Editorial y Servicios. https://www.researchgate.net/publication/306378279_Microorganismos_endofitos_su_mundo_secreto_y_aplicaciones_en_la_agricultura

Benedetto, A., Tognetti, J (2016). *Técnicas de análisis de crecimiento de plantas: su aplicación a cultivos intensivos [*Archivo PDF]. http://ria.inta.gob.ar/sites/default/files/revisiones/di-benedetto-castellano-4_1.pdf

Barnet, H., y Hunter, B (1978). Géneros ilustrados de hongos imperfectos. La Sociedad Americana de Fitopatología. https://www.academia.edu/35499449/Illustrated_genera_of_imperfect_fungi_fourth_edition_Barnett_y_Hunter_pdf_pdf

Bensch,K., Groenewald, J., Dijksterhuis, J., Starink, M., Andersen, B; Summerell, B., Shin, H., Dugan, F., Schroers, H., Braun, U., Crous, P (2010). Especies y diversidad ecológica dentro del complejo Cladosporium cladosporioides (Davidiellaceae, Capnodiales). *Estudios en Micología* (67).1–94. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2945380/

Bustillos, A (2018). *El cultivo de Arándano (Vaccinium corymbosum) y su proyección en Colombia.* [Archivo PDF]. https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/940/1/UNIVERSIDAD%20DE%20CIENCIAS%20APLICADAS%20Y%20AMBIENTALES%20entregar%201.pdf

Cascate, P., Furcal, P (2018). Efecto de reguladores de crecimiento, de Trichoderma harzianum y de elementos minerales sobre rebrotes de café (Coffea arabica L.) en Acosta, San José, Costa Rica. *Revista AgroInnovación en el Trópico Humedo*, 1(1), 3-9 http://revistas.tec.ac.cr/index.php/agroinn/index

Castillo, A (1999). *Propagación de plantas por cultivo In-vitro: una biotecnología que nos acompaña hace mucho tiempo*. Unidad de Biotecnología (INIA Las Brujas). http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219220807102417.pdf

Carbajal, F (2017). *Identificación de hongos endófitos y su uso en la bioprotección de plántulas de café para reducir el daño de Colletotrichum coffeanum en San Martin- Perú* [Tesis de Bachiller, Universidad Nacional de San Martin]. http://ikua.iiap.gob.pe/Record/repositorio_11458-2418

Cañedo, V y Ames, T (2004). *Manual de Laboratorio para el Manejo de Hongos Entomopatógenos.* Centro Internacional de la Papa. http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/AN65216.pdf

Camargo, D y Ávila, E (2013) Efectos del *Trichoderma sp*. sobre el crecimiento y desarrollo de la arveja (*Pisum sativum* L.). *Revista Ciencia y Agricultura,* (11)1, 91-100. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5039253

Castro, L (2002). *Control de calidad en los procesos de producción de hongos entomopatógenos y del parasitoide Cotesia flavipes en Costa Rica*. [Tesis de Bachiller, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/232

Candelero, D., Cristobal, A., Reyes, R., Tun, S., Gamboa, A., Ruíz, S (2015). *Trichoderma spp*. promotoras del crecimiento en plántulas de *Capsicum chinense* Jacq. y antagónicas contra

Meloidogyne incognita. *Revista Phyton*, (84), 113-119 http://www.revistaphyton.fund-romuloraggio.org.ar/vol84-1/Candelero.pdf

Cubillos, J., Valero, N., Mejía, L (2009). *Trichoderma harzianum* como promotor del crecimiento vegetal del maracuyá (*Passiflora var edulis. flavicarpa* Degener). *Revista Agronomía Colombiana,* 27(1), 81-86 https://www.researchgate.net/publication/337893886_Trichoderma_harzianum_como_promotor_del_crecimiento_vegetal_del_maracuya_Passiflora_edulis_var_flavicarpa_Degener

Cortiz, A (2014). *Guía de estudio: Crecimiento y desarrollo* [Archivo PDF]. https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Gu%C3%ADa%20de%20Estudio-Crecimientoydesarrollo.pdf

Díaz, G., Rodriguez, R., Montana, L., Miranda, T., Basso, C., Arcia, M (2020). Efecto de la aplicación de bioestimulantes y *Trichoderma* sobre el crecimiento en plántulas de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) en vivero. *Revista Bioagro,* 32(3), 195-204. https://revistas.uclave.org/index.php/bioagro/article/view/2787/1745

Escurra, E (2014). *Manejo Agronómico en el cultivo de Arándano. Ponencia presentada en la primera conferencia del Simposio Internacional de Súper Frutas Del Perú "Fruticia".* [Discurso principal]. Universidad Agraria la Molina, Perú.

Flores, L (2019). *Rendimiento y calidad de 20 progenies de arándanos (Vaccinium corymbosum L.).* [Tesis de título para Ingeniero Agrónomo]. https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3013099

Fernández, P y Díaz, P (27 de mayo del 2002) *Investigación cuantitativa y cualitativa* [Archivo pdf]. Fisterra. https://www.fisterra.com/gestor/upload/guias/cuanti_cuali2.pdf

Fundación para la Innovación Agraria (2008). *Biocontrol de Enfermedades Fungosas con Trichoderma spp*. Fundación para la Innovación Agraria. https://www.opia.cl/static/website/601/articles-75579_archivo_01.pdf

Ferrera, C. (2007) *Microbiología Agrícola.* Trillas México.

Forero, C., Alvarado, A., Ceballos, A., González, C., Linares, M., Castañeda, R., Pulido, A., Góngora, M., Cortés, J., Rodríguez, M (2018). Evaluación de la capacidad patogénica de Fusarium spp. en modelos vegetal y Revista Argentina de Microbiología. 50 (1). 90-96. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0325754117300962#:~:text=Fusarium%20oxysporum%20es%20la%20especie,humanos%20y%20otros%20animales13.

Gutíerrez, C (2018*). Evaluación de 4 cepas de hongos endófitos rizosféricos de solanáceas en la germinación y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (Solanum betaceum Cav).* [Tesis de título para Ingeniero Agrónomo]. https://1library.co/document/qmjl9v4q-evaluacion-endofitos-rizosfericos-solanaceas-germinacion-desarrollo-plantulas-solanum.html

García, R., Arcia, M., Pérez, M., Riera, R (2012). *Efecto de Trichoderma sobre el desarrollo de papa y el biocontrol de Rhizoctonia bajo tres tiempos de inicio de aplicación.* Agronomía Tropical. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2012000100007

García, J (2010). *Descripción del arándano*. SERIDA. http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=5192

Gestión (enero de 2019). *Arándanos: Radiografía del cultivo cuya producción crece 206% anual en el Perú.* Gestión. https://gestion.pe/economia/arandanos-radiografia-cultivo-cuya-produccion-crece-206-anual-peru-257019-noticia/?ref=gesr

Gutierrez, C y Pamaquiza, L (2018). *Evaluación de 4 cepas de hongos endófitos rizosféricos de solanáceas en la germinación y desarrollo de plántulas de tomate de árbol (Solanum betaceum Cav).* [Tesis de pregrado no publicada]. Universidad de Cuenca https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/29847/1/Trabajo_de_titulacion.pdf

Gómez, H., Soberanis, W., Tenorio, M., Torres, E (2013*). Manual de producción y uso de hongos antagónicos.* SENASA. https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2017/09/Manual-de-Producci%C3%B3n-y-Uso-de-Hongos-Antagonistas.pdf

Harman, E. (2006). Overview of mechanisms and uses of Trichoderma spp. *Phytopathology*, (96).190-194. https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHYTO-96-0190

Hidalgo, A (1989). *Comparación de dos métodos para la selección de aislamientos de Trichoderma para el combate biológico de Fusarium y Rhizoctonia en clavel.* [Tesis de Licenciado en Fitotecnia, Universidad de Costa Rica]. http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=TESISUM.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=000239

Huamantingo, J (2016). *Evaluación del crecimiento de plantines de dos variedades de arándano (Vaccinium corymbosum L.) en tres pisos altitudinales a condiciones de vivero en Abancay-Apurimac*. [Tesis para optar título de Ingeniero agrónomo. Universidad Tecnológica de los Andes]. https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/33

Infoagro (5 de septiembre del 2019). *Riego en el cultivo del arándano*. https://mexico.infoagro.com/riego-en-el-cultivo-del-arandano/

Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura (2017). *El Cultivo de Arándano. Serie Frutillas*. INTAGRI México. https://www.intagri.com/articulos/frutillas/El-Cultivo-de-Ar%C3%A1ndano-o-Blueberry

Instituto Nacional de Innovación Agraria (2018) *Muestran los beneficios del uso de hongos endófitos en agricultura para combatir plagas y enfermedades en las plantas*. Agroferomonas. https://agroferomonas.com/muestran-los-beneficios-del-uso-de-hongos-endofitos-en-agricultura-para-combatir-plagas-y-enfermedades-en-las-plantas/

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2018). *Manual de Vivero.* INTA https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/40611/mod_resource/content/1/020000_Manual_de_Vivero.pdf

INFOSTAT (2021). Infostat Versión Estudiantil. www.infostat.com.ar

García, C., García, G y Ciordia, M. (2018). *El cultivo de Arándano en el norte de España*. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). http://www.serida.org/pdfs/7452.pdf

Gonzales, A y Gloria, C (2017). *Variedades de arándanos.* Biblioteca Digital INIA. https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/6674

Kandar, M., Suhandono, S., Pugeg, N (2018) *Growth Promotion of Rice Plant by Endophytic Fung.* Journal of pure and applied microbiology, 12(3), 1569-157. https://www.researchgate.net/publication/328217552_Growth_Promotion_of_Rice_Plant_by_Endophytic_Fungi

Knudsen, G y Bin L (1990). *Effects of temperature, soil moisture, and wheat bran on growth of Trichoderma harzianum from alginate pellets.* Phytopathology, 80(8), 724-727.

Leal, J., Gutiérrez, M., Castro, L., Lares, F., Cortes, J., De los Santos, S (2017). *Microorganismos promotores de crecimiento vegetal con yeso agrícola en papa (Solanum tuberosum L.) bajo casa sombra. Colombi*a. Revista Agrociencia, (52), 1149-1159. http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v52n8/1405-3195-agro-52-08-1149-en.pdf

Mayea, S., Carone R., Boado, E., Silveira (2004). *Microbiología Agropecuária*, Empresa Editorial Poligráfica Félix Varela.

Maticorena, M (2017). *Cinco tipos de poda en arándano (Vaccinium corymbosum L. cv. Biloxi) y su influencia en determinados parámetros productivos*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina]. https://hdl.handle.net/20.500.12996/3062

Mejia,K (2018*). Control de Phytophthora cinnamomi en el cultivo de arándano (Vaccinium corymbosum L.) cv. Biloxi con diferente aislamiento de Trichoderma.* [Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina]. https://1library.co/document/y9dp0vlq-phytophthora-cinnamoni-arandano-vaccinium-corymbosum-diferentes-aislamientos-trichoderma.html

Meyer, H y Prinsloo, N. (2003*).* Assessment of the potential of blueberry production in South Africa. *Small Fruits Review,* (2), 3-21. https://doi.org/10.1300/J301v02n03_02

Mendez, J (2019). *Beauveria sp, Metrhizium sp. y Trichoderma sp. como endófitos y su efecto en el crecimiento de Sorghun bicolor y en la población de Malenphis sacchari.* [Tesis para optar el grado de maestría en ciencias de manejo agroecológico de plagas y

enfermedades, Instituto Politécnico Nacional]. https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/26547/Tesis%20Judith%20M%C3%A9ndez%20R%C3%ADos.pdf?isAllowed=y&sequence=1

Morales, V. y Rodríguez, M. (2005*).* Hongos Endófitos un Paradigma para la Fitopatología. *Revista digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela*. https://agris.fao.org/agris-search/search.do;jsessionid=FCDDF7527664EAEC677C9CBD85FFFE0A?request_locale=es&recordID=VE2006400459&sourceQuery=&query=&sortField=&sortOrder=&agrovocString=&advQuery=&centerString=&enableField=

Morales, C (2017). *Manual de manejo agronómico del arándano*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA Chile. https://www.indap.gob.cl/docs/default-source/default-document-library/manual-arandanos.pdf?sfvrsn=0

Narrea, M y Malpartida, J (2006). Evaluación de medios de cultivo en la producción de conidias y crecimiento diametral de cuatro cepas del hongo entomopatógeno *Beauveria brongniartii* (Saccardo) Petch. Revista peruana de Entomología. (45):145 -147. https://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/entomologia/v45/pdf/a25v45.pdf

Ortiz, N (2017). *Biofertilización con cepas de Trichoderma sp sobre el crecimiento y nutrición de quinua (Chenopodium quinoa Willd) Var. Salcedo INIA en condiciones de invernadero.* [Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional del Altiplano]. http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4931

Posada, C. (2019). Arándanos, Producto estrella de agroexportación. *Revista La Cámara*. https://apps.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r882_3/comercio%20exterior.pdf

Pereira, C., Maycotte, C., Restrepo, B., Mauro, F., Montes, A., Velarde, M., Marín, G (2011). *Sistema de Producción Vegetal I*. [Archivo PDF]. https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4780/sistemas_de_produccion_vegetal_1.pdf

Portillo, G (2020). *Hongos endófitos en plantas.* JardineriaOn. https://www.jardineriaon.com/hongos-endofitos-en-plantas.html

Pezo, D (2016). *Bioprotección de Plukenetia volubilis L. con el hongo Trichoderma sp para reducir los daños de Meloidogyne incognita bajo condiciones de vivero.* [Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto]. http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2764/AGRONOMIA%20-%20Dina%20Pezo%20Santillan.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Red Agrícola (a) (10 de septiembre del 2017). *Arándanos en Perú: Situación actual y perspectivas.* https://www.redagricola.com/cl/arandanos-en-peru-situacion-actual-y-perspectivas/

Red Agrícola (b) (10 de octubre del 2017). *La raíz es el cerebro de la planta (Darwin).* https://www.redagricola.com/cl/la-raiz-es-el-cerebro-de-la-planta/

Rojas, N. (2020). *Perú a punto de tener 14,000 hectáreas de arándanos.* ArandanosPerú. https://arandanosperu.pe/2020/05/05/superficie-destinada-al-cultivo-de-arandanos-podria-llegar-a-14000-hectareas-en-peru/

Roset, P (22 de agosto del 2016) *La ecología tiene un mito menos*. FAUBA. http://sobrelatierra.agro.uba.ar/la-ecologia-tiene-un-mito-menos/

Robles, F (2020). *Los 15 Tipos de Investigación Científica y sus Características*. Scribd. https://es.scribd.com/document/371394074/Los-15-Tipos-de-Investigacion-Cientifica-y-Sus-Caracteristicas

Rothen, C (2015). *Hongos endófitos septados en raíces de Glycine max: diversidad, caracterización y estudio de la interacción.* [Tesis doctoral en ciencias biológicas, Universidad de Buenos Aires]. https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n5794_Rothen.pdf

Torres, M., Ortiz, C., Bautista, C., Ramírez, J., Ávalos, N., Cappello, S., De la cruz, A (2015). Diversidad de *Trichoderma* en el agroecosistema cacao del estado de Tabasco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86(4), 947-961.

Sánchez, F., Núñez, R., Cruz, L., Torres, H., Herrera, M (2017). Simulación y Conteo de Unidades Formadoras de Colonias. *Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica. 6(1).* 97-111.

Sánchez, R., Sánchez, B., Monserrat, Y., Ulloa, A., Armendáriz, B., García, M y Macías, M (2013). *Hongos endófitos: fuente potencial de metabolitos secundarios bioactivos con utilidad en agricultura y medicina.* Revista especializada en ciencias químico-biológicas,16 (2), http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-888X2013000200006

Sanabria, F (2016). *Efecto de la acidificación del agua de riego en un cultivo de Arándano (Vaccinium corymbosum) en sabana de Bogotá*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Abierta Y a Distancia]. https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13813/80019528.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Serrano, A., García, L., León, I., Garcia, E., Gil, B., Ríos, L (2010). *Métodos de Investigación de Enfoque Experimental.* [Archivo PDF]. https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/10.pdf

Vasquez, J (2010). *Caracterización microbiológica y producción de Trichoderma harzianum y Trichoderma viride en cultivo artesanal.* [Tesis para optar el título de Microbiólogo Agrícola y Veterinario, Pontificia Universidad Javeriana]. https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8662/tesis615.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Yang, W., Andrews, H y Basey, A. (17 de agosto del 2014). *Blueberry rootstock: selection, evaluation, and field performance of grafted blueberry plants.* II Simposio Internacional de Bayas: Interacciones, Investigación e innovación de bayas locales y globales. Brisbane. Australia

Yirda, A. (1 de febrero del 2021). *Definición de Cepa.* ConceptoDefinicion. https://conceptodefinicion.de/cepa/

You, S., Xu, J., Guo, Y., Liao, F., Yang, L., Chen, W., Guo, W (2020). Mecanismo de la deficiencia del vello radicular y efecto promotor del crecimiento de los hongos micorrízicos endofíticos en el arándano. *Revista de la Universidad de Zhejiang (Agricultura y Ciencias de la Vida),* 4(46), 417-427

Wells, H., Bell, D., Jaworski, C (1972) Efficacy of *Trichoderma harzianum* as a biocontrol for *Sclerotium rolfsii*. Revista *Phytopathology*, (62), 442-447.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Matriz de Consistencia de Tesis						
Tema	Hongos endófitos antagónicos como promotores del crecimiento vegetal de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) a nivel de vivero en Cañete, 2021.					
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Indicadores	Índice	Métodos
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	V. Independiente	Indicadores de Variable Independiente		Tipo de Investigación
P.G. ¿Qué efecto tienen los hongos endófitos en el crecimiento vegetal de arándanos (*V. corymbosum* L.) a nivel de vivero en Cañete, 2021?	O.G. Determinar el efecto de la aplicación de hongos endófitos en el crecimiento vegetal de Arándano (*V. corymbosum* L.) a nivel de vivero en Cañete, 2021.	H.G. La aplicación de hongos endófitos promueve el crecimiento vegetal de Arándano (*V. corymbosum* L.) a nivel de vivero en Cañete, 2021.	Cepa Nativa de Hongos Endófitos	Cantidad de suspensión de esporas	$1x10^6$ ufc g suelo-1	En cuanto al enfoque de la investigación es de tipo cuantitativo, Según su finalidad es de tipo básica, porque es una investigación que se realizará en vivero, en donde se obtendrá información para enriquecer el conocimiento científico, aplicando conocimientos teóricos.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Especificas	V. Dependiente	Indicadores de Variable Dependiente		Método y diseño de la investigación
P.E.1. ¿Cómo influye la aplicación de hongos endófitos en el crecimiento vegetativo de Arándano ((*V. corymbosum* L.) a nivel de vivero en Cañete, 2021?	O.E.1. Evaluar el efecto de los hongos endófitos en el crecimiento vegetativo de arándanos (*V. corymbosum* L.) a nivel de vivero en Cañete, 2021.	H.E.1. La aplicación de los hongos endófitos promueve el crecimiento vegetativo de arándanos (*V. corymbosum* L.) a nivel de vivero en Cañete, 2021.	Crecimiento vegetativo de Arándano (*V. corymbosum* L.)	Altura de planta Número de hojas Número de Brotes Diámetro del tallo Biomasa fresca aérea Biomasa seca aérea	cm N° de hojas N° de brotes mm gramos gramos	En cuanto al método de investigación es experimental y se ejecutara utilizando un Diseño Completamente al Azar (DCA). Se empleará 3 repeticiones para cada cepa
P.E.2. ¿Cuál es el efecto de aplicación de los hongos endófitos en crecimiento radicular de Arándano (*V. corymbosum* L.) a nivel de vivero en Cañete, 2021?	O.E.2. Evaluar el efecto de los hongos endófitos en el crecimiento radicular de arándanos (*V. corymbosum* L.) a nivel de vivero en Cañete, 2021.	H.E.2. La aplicación de hongos endófitos promueve el crecimiento radicular de arándanos (*V. corymbosum* L.) a nivel de vivero en Cañete, 2021.	Crecimiento radicular de Arándano (*V. corymbosum* L.)	Biomasa fresca radicular Biomasa seca radicular	gramos gramos	Población: La población seria 252 plantas de arándano

Fuente: Elaboración propia (2021).

Anexo 2. Conteo de conidias del proyecto de tesis

TRATAMIENTO	Cepa	Genero de Hongo endófito	ufc/ml	ufc/gr arroz	Gramos de Arroz inoculado
T1	H1	*Trichoderma*	633333.333	6.33E+08	3.32
T2	H91	*Trichoderma*	566666.667	5.67E+08	3.71
T3	H93	*Trichoderma*	3100000	3.10E+09	0.68
T4	H118	*Trichoderma*	516666.667	5.17E+08	4.06
T5	H20	*Alternaria*	283333.333	2.83E+08	7.41
T6	H28	*Ulocladium*	252000	2.52E+08	8.33
T7	H58	*Nigrospora*	174000	1.74E+08	12.07
T8	H41	*Cladosporium*	7766666.67	7.77E+09	0.27
T9	H95	*Cladosporium*	9300000	9.30E+09	0.23
T10	H100	*Cladosporium*	21233333.3	2.12E+10	0.1
T11	H111	*Aspergillus*	6016666.67	6.02E+09	0.35
T12	H117	*Aspergillus*	8683333.33	8.68E+09	0.24
T13	TP126	*Trichoderma*	3766666.67	3.77E+09	0.56
T14	EME-P2(H6)	*Trichoderma*	3700000	3.70E+09	0.57
T15	H9	*Alternaria*	144000	1.44E+08	14.58
T16	H45	*Alternaria*	259333.333	2.59E+08	8.1
T17	H35	*Stemphylium*	1583333.33	1.58E+09	1.33
T18	TP91	*Trichoderma*	1316666.67	1.32E+09	1.59
T19	H78	*Fusarium*	1300000	1.30E+09	1.62
T20	H106	*Fusarium*	1050000	1.05E+09	2

Fuente: Elaboración propia (2021)

Anexo 3. Mapa de ubicación del Proyecto:



Fuente: Google Maps (2020).

Anexo 4: Fotos de proyecto de investigación

Figura 27

Instalación de proyecto de arándano



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 28

Plantas de arándano con 2 meses de edad



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 29

Pesaje de área foliar y radicular de plantas de arándano



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 30

Cepas de hongos endófitos en placas Petri



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 31

Preparación de cepas para aplicación vía drench en arándano



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 32

Tesista y Asesora en vivero de proyecto hongos endófitos en cultivo de arándano



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 33

Croquis de experimento

UE27	UE60	UE17	UE10
UE64	UE8	UE25	UE65
UE19	UE82	UE11	UE44
UE36	UE6	UE33	UE29
UE66	UE2	UE56	UE16
UE12	UE58	UE48	UE69
UE83	UE47	UE15	UE32
UE61	UE46	UE67	UE72
UE1	UE14	UE37	UE20
UE51	UE21	UE74	UE18
UE75	UE68	UE63	UE39
UE71	UE7	UE76	UE24
UE62	UE40	UE70	UE77
UE59	UE31	UE54	UE45
UE3	UE35	UE30	UE78
UE34	UE73	UE38	UE5
UE79	UE28	UE26	UE57
UE52	UE43	UE22	UE81
UE80	UE53	UE42	UE49
UE13	UE23	UE79	UE4
UE9	UE55	UE50	UE84

Fuente*:* Elaboración propia (2021).

Figura 34

Lavado de raíces para cálculo de biomasa fresca y seca radicular



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 35

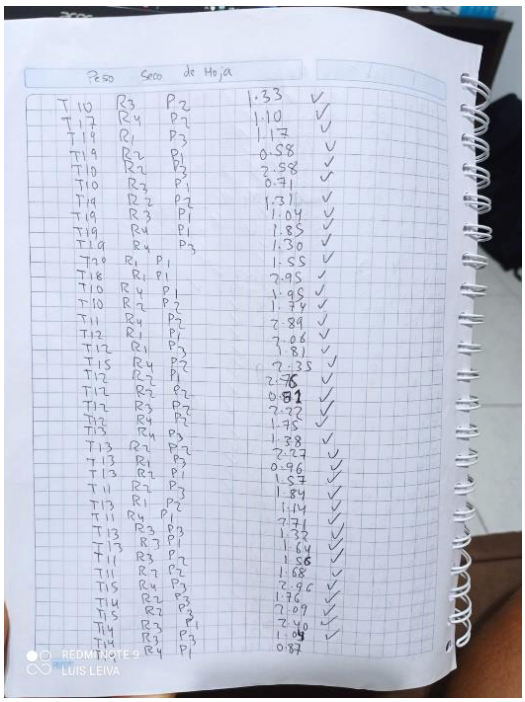
Datos de biomasa seca aérea



Fuente*:* Elaboración propia (2021).

Figura 36

Datos de altura de planta de proyecto de tesis



Fuente: Elaboración propia (2021).

Anexo 5: Base de datos altura de planta

Cepa	PLANTA	TRAT/REP/PLANTA	Unidad Experimental	Altura de planta	Fecha de medición
H1 (Trichoderma)	P1	T1R1P1	1	35	25/03/2021
H91 (Trichoderma)	P1	T2R1P1	5	40	25/03/2021
H93 (Trichoderma)	P1	T3R1P1	9	41	25/03/2021
H118 (Trichoderma)	P1	T4R1P1	13	46	25/03/2021
H20 (Alternaria)	P1	T5R1P1	17	48	25/03/2021
H28 (Ulocladium)	P1	T6R1P1	21	25	25/03/2021
H58 (Nigrospora)	P1	T7R1P1	25	55	25/03/2021
H41 (Cladosporium)	P1	T8R1P1	29	50	25/03/2021
H95 (Cladosporium)	P1	T9R1P1	33	50	25/03/2021
H100 (Cladosporium)	P1	T10R1P1	37	61	25/03/2021
H111 (Aspergillus)	P1	T11R1P1	41	36	25/03/2021
H117 (Aspergillus)	P1	T12R1P1	45	55	25/03/2021
TP126 (Trichoderma)	P1	T13R1P1	49	45	25/03/2021
ME-P2(H6) (Trichoderma	P1	T14R1P1	53	20	25/03/2021
H9 (Alternaria)	P1	T15R1P1	57	20	25/03/2021
H45 (Alternaria)	P1	T16R1P1	61	15	25/03/2021
H35 (Stemphyllium)	P1	T17R1P1	65	40	25/03/2021
TP91 (Trichoderma)	P1	T18R1P1	69	70	25/03/2021
H78 (Fusarium)	P1	T19R1P1	73	40	25/03/2021
H106 (Fusarium)	P1	T20R1P1	77	40	25/03/2021
Testigo	P1	T21R1P1	81	35	25/03/2021
H1 (Trichoderma)	P1	T1R1P1	1	151	25/04/2021
H91 (Trichoderma)	P1	T2R1P1	5	134	25/04/2021
H93 (Trichoderma)	P1	T3R1P1	9	136	25/04/2021
H118 (Trichoderma)	P1	T4R1P1	13	100	25/04/2021
H20 (Alternaria)	P1	T5R1P1	17	140	25/04/2021
H28 (Ulocladium)	P1	T6R1P1	21	91	25/04/2021
H58 (Nigrospora)	P1	T7R1P1	25	143	25/04/2021
H41 (Cladosporium)	P1	T8R1P1	29	140	25/04/2021
H95 (Cladosporium)	P1	T9R1P1	33	146	25/04/2021
H100 (Cladosporium)	P1	T10R1P1	37	160	25/04/2021
H111 (Aspergillus)	P1	T11R1P1	41	125	25/04/2021
H117 (Aspergillus)	P1	T12R1P1	45	130	25/04/2021
TP126 (Trichoderma)	P1	T13R1P1	49	123	25/04/2021
ME-P2(H6) (Trichoderma	P1	T14R1P1	53	101	25/04/2021
H9 (Alternaria)	P1	T15R1P1	57	93	25/04/2021
H45 (Alternaria)	P1	T16R1P1	61	111	25/04/2021
H35 (Stemphyllium)	P1	T17R1P1	65	119	25/04/2021
TP91 (Trichoderma)	P1	T18R1P1	69	135	25/04/2021
H78 (Fusarium)	P1	T19R1P1	73	124	25/04/2021
H106 (Fusarium)	P1	T20R1P1	77	125	25/04/2021
Testigo	P1	T21R1P1	81	90	25/04/2021
H1 (Trichoderma)	P1	T1R1P1	1	270	26/05/2021
H91 (Trichoderma)	P1	T2R1P1	5	355	26/05/2021
H93 (Trichoderma)	P1	T3R1P1	9	294	26/05/2021
H118 (Trichoderma)	P1	T4R1P1	13	172	26/05/2021
H20 (Alternaria)	P1	T5R1P1	17	330	26/05/2021
H28 (Ulocladium)	P1	T6R1P1	21	240	26/05/2021
H58 (Nigrospora)	P1	T7R1P1	25	325	26/05/2021
H41 (Cladosporium)	P1	T8R1P1	29	265	26/05/2021
H95 (Cladosporium)	P1	T9R1P1	33	330	26/05/2021
H100 (Cladosporium)	P1	T10R1P1	37	270	26/05/2021
H111 (Aspergillus)	P1	T11R1P1	41	335	26/05/2021
H117 (Aspergillus)	P1	T12R1P1	45	219	26/05/2021
TP126 (Trichoderma)	P1	T13R1P1	49	290	26/05/2021
ME-P2(H6) (Trichoderma	P1	T14R1P1	53	195	26/05/2021
H9 (Alternaria)	P1	T15R1P1	57	175	26/05/2021
H45 (Alternaria)	P1	T16R1P1	61	241	26/05/2021
H35 (Stemphyllium)	P1	T17R1P1	65	210	26/05/2021
TP91 (Trichoderma)	P1	T18R1P1	69	344	26/05/2021
H78 (Fusarium)	P1	T19R1P1	73	232	26/05/2021
H106 (Fusarium)	P1	T20R1P1	77	255	26/05/2021
Testigo	P1	T21R1P1	81	290	26/05/2021

Anexo 6: Base de datos diámetro de tallo

Cepa	PLANTA	TRAT/REP/PLANTA	Unidad Experimental	Diametro de tallo	Fecha
H1 (Trichoderma)	P1	T1R1P1	1	0.9	25/03/2021
H91 (Trichoderma)	P1	T2R1P1	5	0.95	25/03/2021
H93 (Trichoderma)	P1	T3R1P1	9	0.9	25/03/2021
H118 (Trichoderma)	P1	T4R1P1	13	0.52	25/03/2021
H20 (Alternaria)	P1	T5R1P1	17	0.9	25/03/2021
H28 (Ulocladium)	P1	T6R1P1	21	1.05	25/03/2021
H58 (Nigrospora)	P1	T7R1P1	25	0.78	25/03/2021
H41 (Cladosporium)	P1	T8R1P1	29	1.06	25/03/2021
H95 (Cladosporium)	P1	T9R1P1	33	0.89	25/03/2021
H100 (Cladosporium	P1	T10R1P1	37	0.78	25/03/2021
H111 (Aspergillus)	P1	T11R1P1	41	0.9	25/03/2021
H117 (Aspergillus)	P1	T12R1P1	45	0.99	25/03/2021
TP126 (Trichoderma	P1	T13R1P1	49	0.91	25/03/2021
E-P2(H6) (Trichoder	P1	T14R1P1	53	0.47	25/03/2021
H9 (Alternaria)	P1	T15R1P1	57	0.76	25/03/2021
H45 (Alternaria)	P1	T16R1P1	61	0.7	25/03/2021
H35 (Stemphyllium)	P1	T17R1P1	65	1.06	25/03/2021
TP91 (Trichoderma)	P1	T18R1P1	69	1.13	25/03/2021
H78 (Fusarium)	P1	T19R1P1	73	0.62	25/03/2021
H106 (Fusarium)	P1	T20R1P1	77	0.96	25/03/2021
Testigo	P1	T21R1P1	81	0.57	25/03/2021
H1 (Trichoderma)	P1	T1R1P1	1	2	25/04/2021
H91 (Trichoderma)	P1	T2R1P1	5	1.66	25/04/2021
H93 (Trichoderma)	P1	T3R1P1	9	1.78	25/04/2021
H118 (Trichoderma)	P1	T4R1P1	13	0.94	25/04/2021
H20 (Alternaria)	P1	T5R1P1	17	1.89	25/04/2021
H28 (Ulocladium)	P1	T6R1P1	21	1.35	25/04/2021
H58 (Nigrospora)	P1	T7R1P1	25	1.67	25/04/2021
H41 (Cladosporium)	P1	T8R1P1	29	1.74	25/04/2021
H95 (Cladosporium)	P1	T9R1P1	33	1.89	25/04/2021
H100 (Cladosporium	P1	T10R1P1	37	1.58	25/04/2021
H111 (Aspergillus)	P1	T11R1P1	41	1.98	25/04/2021
H117 (Aspergillus)	P1	T12R1P1	45	1.59	25/04/2021
TP126 (Trichoderma	P1	T13R1P1	49	1.91	25/04/2021
E-P2(H6) (Trichoder	P1	T14R1P1	53	1.18	25/04/2021
H9 (Alternaria)	P1	T15R1P1	57	1.07	25/04/2021
H45 (Alternaria)	P1	T16R1P1	61	1.4	25/04/2021
H35 (Stemphyllium)	P1	T17R1P1	65	1.48	25/04/2021
TP91 (Trichoderma)	P1	T18R1P1	69	1.95	25/04/2021
H78 (Fusarium)	P1	T19R1P1	73	1.09	25/04/2021
H106 (Fusarium)	P1	T20R1P1	77	1.44	25/04/2021
Testigo	P1	T21R1P1	81	1.25	25/04/2021
H1 (Trichoderma)	P1	T1R1P1	1	3.59	26/05/2021
H91 (Trichoderma)	P1	T2R1P1	5	2.75	26/05/2021
H93 (Trichoderma)	P1	T3R1P1	9	3.33	26/05/2021
H118 (Trichoderma)	P1	T4R1P1	13	1.38	26/05/2021
H20 (Alternaria)	P1	T5R1P1	17	2.85	26/05/2021
H28 (Ulocladium)	P1	T6R1P1	21	2.77	26/05/2021
H58 (Nigrospora)	P1	T7R1P1	25	3.05	26/05/2021
H41 (Cladosporium)	P1	T8R1P1	29	3.16	26/05/2021
H95 (Cladosporium)	P1	T9R1P1	33	3.03	26/05/2021
H100 (Cladosporium	P1	T10R1P1	37	3.28	26/05/2021
H111 (Aspergillus)	P1	T11R1P1	41	2.84	26/05/2021
H117 (Aspergillus)	P1	T12R1P1	45	2.9	26/05/2021
TP126 (Trichoderma	P1	T13R1P1	49	3.13	26/05/2021
E-P2(H6) (Trichoder	P1	T14R1P1	53	2.45	26/05/2021
H9 (Alternaria)	P1	T15R1P1	57	1.83	26/05/2021
H45 (Alternaria)	P1	T16R1P1	61	2.58	26/05/2021
H35 (Stemphyllium)	P1	T17R1P1	65	2.06	26/05/2021
TP91 (Trichoderma)	P1	T18R1P1	69	3.26	26/05/2021
H78 (Fusarium)	P1	T19R1P1	73	2.63	26/05/2021
H106 (Fusarium)	P1	T20R1P1	77	2.27	26/05/2021
Testigo	P1	T21R1P1	81	2.03	26/05/2021

Anexo 7: Base de datos número de brotes

Cepa	PLANTA	TRAT/REP/PLANTA	Unidad Experimental	Numero de brotes	Fecha
H1 (Trichoderma)	P1	T1R1P1	1	0	25/03/2021
H91 (Trichoderma)	P1	T2R1P1	5	0	25/03/2021
H93 (Trichoderma)	P1	T3R1P1	9	0	25/03/2021
H118 (Trichoderma)	P1	T4R1P1	13	0	25/03/2021
H20 (Alternaria)	P1	T5R1P1	17	0	25/03/2021
H28 (Ulocladium)	P1	T6R1P1	21	0	25/03/2021
H58 (Nigrospora)	P1	T7R1P1	25	1	25/03/2021
H41 (Cladosporium)	P1	T8R1P1	29	0	25/03/2021
H95 (Cladosporium)	P1	T9R1P1	33	0	25/03/2021
H100 (Cladosporium)	P1	T10R1P1	37	0	25/03/2021
H111 (Aspergillus)	P1	T11R1P1	41	0	25/03/2021
H117 (Aspergillus)	P1	T12R1P1	45	0	25/03/2021
TP126 (Trichoderma)	P1	T13R1P1	49	0	25/03/2021
EME-P2(H6) (Trichoderma	P1	T14R1P1	53	0	25/03/2021
H9 (Alternaria)	P1	T15R1P1	57	0	25/03/2021
H45 (Alternaria)	P1	T16R1P1	61	0	25/03/2021
H35 (Stemphyllium)	P1	T17R1P1	65	0	25/03/2021
TP91 (Trichoderma)	P1	T18R1P1	69	0	25/03/2021
H78 (Fusarium)	P1	T19R1P1	73	0	25/03/2021
H106 (Fusarium)	P1	T20R1P1	77	0	25/03/2021
Testigo	P1	T21R1P1	81	0	25/03/2021
H1 (Trichoderma)	P1	T1R1P1	1	3	25/04/2021
H91 (Trichoderma)	P1	T2R1P1	5	1	25/04/2021
H93 (Trichoderma)	P1	T3R1P1	9	3	25/04/2021
H118 (Trichoderma)	P1	T4R1P1	13	2	25/04/2021
H20 (Alternaria)	P1	T5R1P1	17	3	25/04/2021
H28 (Ulocladium)	P1	T6R1P1	21	4	25/04/2021
H58 (Nigrospora)	P1	T7R1P1	25	3	25/04/2021
H41 (Cladosporium)	P1	T8R1P1	29	3	25/04/2021
H95 (Cladosporium)	P1	T9R1P1	33	2	25/04/2021
H100 (Cladosporium)	P1	T10R1P1	37	4	25/04/2021
H111 (Aspergillus)	P1	T11R1P1	41	3	25/04/2021
H117 (Aspergillus)	P1	T12R1P1	45	3	25/04/2021
TP126 (Trichoderma)	P1	T13R1P1	49	4	25/04/2021
EME-P2(H6) (Trichoderma	P1	T14R1P1	53	3	25/04/2021
H9 (Alternaria)	P1	T15R1P1	57	2	25/04/2021
H45 (Alternaria)	P1	T16R1P1	61	2	25/04/2021
H35 (Stemphyllium)	P1	T17R1P1	65	2	25/04/2021
TP91 (Trichoderma)	P1	T18R1P1	69	3	25/04/2021
H78 (Fusarium)	P1	T19R1P1	73	3	25/04/2021
H106 (Fusarium)	P1	T20R1P1	77	3	25/04/2021
Testigo	P1	T21R1P1	81	1	25/04/2021
H1 (Trichoderma)	P1	T1R1P1	1	3	25/05/2021
H91 (Trichoderma)	P1	T2R1P1	5	1	25/05/2021
H93 (Trichoderma)	P1	T3R1P1	9	3	25/05/2021
H118 (Trichoderma)	P1	T4R1P1	13	2	25/05/2021
H20 (Alternaria)	P1	T5R1P1	17	3	25/05/2021
H28 (Ulocladium)	P1	T6R1P1	21	4	25/05/2021
H58 (Nigrospora)	P1	T7R1P1	25	3	25/05/2021
H41 (Cladosporium)	P1	T8R1P1	29	3	25/05/2021
H95 (Cladosporium)	P1	T9R1P1	33	2	25/05/2021
H100 (Cladosporium)	P1	T10R1P1	37	4	25/05/2021
H111 (Aspergillus)	P1	T11R1P1	41	3	25/05/2021
H117 (Aspergillus)	P1	T12R1P1	45	3	25/05/2021
TP126 (Trichoderma)	P1	T13R1P1	49	4	25/05/2021
EME-P2(H6) (Trichoderma	P1	T14R1P1	53	3	25/05/2021
H9 (Alternaria)	P1	T15R1P1	57	2	25/05/2021
H45 (Alternaria)	P1	T16R1P1	61	2	25/05/2021
H35 (Stemphyllium)	P1	T17R1P1	65	2	25/05/2021
TP91 (Trichoderma)	P1	T18R1P1	69	4	25/05/2021
H78 (Fusarium)	P1	T19R1P1	73	3	25/05/2021
H106 (Fusarium)	P1	T20R1P1	77	3	25/05/2021
Testigo	P1	T21R1P1	81	1	25/05/2021

Anexo 8: Base de datos número de hojas

Cepa	PLANTA	Concatenar	Unidad Experimental	Numero de hojas	Fecha
H1 (Trichoderma)	P1	T1R1P1	1	5	25/03/2021
H91 (Trichoderma)	P1	T2R1P1	5	6	25/03/2021
H93 (Trichoderma)	P1	T3R1P1	9	6	25/03/2021
H118 (Trichoderma)	P1	T4R1P1	13	4	25/03/2021
H20 (Alternaria)	P1	T5R1P1	17	8	25/03/2021
H28 (Ulocladium)	P1	T6R1P1	21	9	25/03/2021
H58 (Nigrospora)	P1	T7R1P1	25	11	25/03/2021
H41 (Cladosporium)	P1	T8R1P1	29	6	25/03/2021
H95 (Cladosporium)	P1	T9R1P1	33	7	25/03/2021
H100 (Cladosporium)	P1	T10R1P1	37	6	25/03/2021
H111 (Aspergillus)	P1	T11R1P1	41	8	25/03/2021
H117 (Aspergillus)	P1	T12R1P1	45	6	25/03/2021
TP126 (Trichoderma)	P1	T13R1P1	49	9	25/03/2021
EME-P2(H6) (Trichoderma)	P1	T14R1P1	53	8	25/03/2021
H9 (Alternaria)	P1	T15R1P1	57	4	25/03/2021
H45 (Alternaria)	P1	T16R1P1	61	6	25/03/2021
H35 (Stemphyllium)	P1	T17R1P1	65	7	25/03/2021
TP91 (Trichoderma)	P1	T18R1P1	69	7	25/03/2021
H78 (Fusarium)	P1	T19R1P1	73	5	25/03/2021
H106 (Fusarium)	P1	T20R1P1	77	6	25/03/2021
Testigo	P1	T21R1P1	81	5	25/03/2021
H1 (Trichoderma)	P1	T1R1P1	1	30	25/04/2021
H91 (Trichoderma)	P1	T2R1P1	5	22	25/04/2021
H93 (Trichoderma)	P1	T3R1P1	9	31	25/04/2021
H118 (Trichoderma)	P1	T4R1P1	13	10	25/04/2021
H20 (Alternaria)	P1	T5R1P1	17	33	25/04/2021
H28 (Ulocladium)	P1	T6R1P1	21	18	25/04/2021
H58 (Nigrospora)	P1	T7R1P1	25	22	25/04/2021
H41 (Cladosporium)	P1	T8R1P1	29	27	25/04/2021
H95 (Cladosporium)	P1	T9R1P1	33	31	25/04/2021
H100 (Cladosporium)	P1	T10R1P1	37	30	25/04/2021
H111 (Aspergillus)	P1	T11R1P1	41	30	25/04/2021
H117 (Aspergillus)	P1	T12R1P1	45	33	25/04/2021
TP126 (Trichoderma)	P1	T13R1P1	49	40	25/04/2021
EME-P2(H6) (Trichoderma)	P1	T14R1P1	53	13	25/04/2021
H9 (Alternaria)	P1	T15R1P1	57	10	25/04/2021
H45 (Alternaria)	P1	T16R1P1	61	10	25/04/2021
H35 (Stemphyllium)	P1	T17R1P1	65	19	25/04/2021
TP91 (Trichoderma)	P1	T18R1P1	69	29	25/04/2021
H78 (Fusarium)	P1	T19R1P1	73	24	25/04/2021
H106 (Fusarium)	P1	T20R1P1	77	24	25/04/2021
Testigo	P1	T21R1P1	81	15	25/04/2021
H1 (Trichoderma)	P1	T1R1P1	1	56	25/05/2021
H91 (Trichoderma)	P1	T2R1P1	5	27	25/05/2021
H93 (Trichoderma)	P1	T3R1P1	9	51	25/05/2021
H118 (Trichoderma)	P1	T4R1P1	13	31	25/05/2021
H20 (Alternaria)	P1	T5R1P1	17	54	25/05/2021
H28 (Ulocladium)	P1	T6R1P1	21	49	25/05/2021
H58 (Nigrospora)	P1	T7R1P1	25	53	25/05/2021
H41 (Cladosporium)	P1	T8R1P1	29	47	25/05/2021
H95 (Cladosporium)	P1	T9R1P1	33	43	25/05/2021
H100 (Cladosporium)	P1	T10R1P1	37	54	25/05/2021
H111 (Aspergillus)	P1	T11R1P1	41	41	25/05/2021
H117 (Aspergillus)	P1	T12R1P1	45	50	25/05/2021
TP126 (Trichoderma)	P1	T13R1P1	49	71	25/05/2021
EME-P2(H6) (Trichoderma)	P1	T14R1P1	53	45	25/05/2021
H9 (Alternaria)	P1	T15R1P1	57	29	25/05/2021
H45 (Alternaria)	P1	T16R1P1	61	38	25/05/2021
H35 (Stemphyllium)	P1	T17R1P1	65	35	25/05/2021
TP91 (Trichoderma)	P1	T18R1P1	69	58	25/05/2021
H78 (Fusarium)	P1	T19R1P1	73	48	25/05/2021
H106 (Fusarium)	P1	T20R1P1	77	44	25/05/2021
Testigo	P1	T21R1P1	81	27	25/05/2021

Anexo 9: Base de datos biomasa fresca y seca aérea y radicular

Cepa	TRAT/REP/PLANTA	Repetición	Unidad Experimental	BIOMASA FRESCA RADICULAR (GI	BIOMASA SECA RADICULAR (GI	BIOMASA FRESCA AEREA (GR)	BIOMASA SECA AEREA (GR)
H1 (Trichoderma)	T1R1P1	R1	1	4.21	0.67	7.22	2.04
H1 (Trichoderma)	T1R1P2	R1	1	3.48	0.55	6.55	2.02
H1 (Trichoderma)	T1R1P3	R1	1	3.845	0.61	6.885	2.03
H91 (Trichoderma)	T2R1P2	R1	5	4.15	0.7	9.35	2.68
H91 (Trichoderma)	T2R1P3	R1	5	7.52	1.21	6.2	1.75
H93 (Trichoderma)	T3R1P1	R1	9	3.55	0.56	7.58	2.33
H93 (Trichoderma)	T3R1P3	R1	9	4.07	0.67	6.76	2.06
H118 (Trichoderma)	T4R1P1	R1	13	0.58	0.11	2.12	0.59
H118 (Trichoderma)	T4R1P2	R1	13	1.83	0.36	5.13	1.44
H20 (Alternaria)	T5R1P1	R1	17	4.56	0.92	8.93	2.67
H20 (Alternaria)	T5R1P3	R1	17	5.22	1.27	6.57	2.19
H28 (Ulocladium)	T6R1P1	R1	21	2.53	0.5	6.71	1.86
H28 (Ulocladium)	T6R1P3	R1	21	2.58	0.57	5.41	1.58
H58 (Nigrospora)	T7R1P1	R1	25	2.83	0.55	6.54	1.87
H58 (Nigrospora)	T7R1P3	R1	25	1.8	0.36	6.53	1.93
H41 (Cladosporium)	T8R1P1	R1	29	2.12	0.72	6.3	1.83
H41 (Cladosporium)	T8R1P2	R1	29	1.96	0.39	4.37	1.22
H95 (Cladosporium)	T9R1P2	R1	33	3.58	0.67	7.37	2.28
H95 (Cladosporium)	T9R1P3	R1	33	3.06	0.6	7.88	2.07
H100 (Cladosporium	T10R1P1	R1	37	3.31	0.89	8.19	2.53
H100 (Cladosporium	T10R1P2	R1	37	4.02	0.68	9.27	2.87
H111 (Aspergillus)	T11R1P2	R1	41	1.85	0.45	6.75	1.89
H111 (Aspergillus)	T11R1P3	R1	41	3.01	0.55	9.42	2.7
H117 (Aspergillus)	T12R1P1	R1	45	4.04	0.77	6.76	2.06
H117 (Aspergillus)	T12R1P3	R1	45	2.05	0.53	6.57	1.81
TP126 (Trichoderma	T13R1P2	R1	49	1.51	0.29	4.23	1.14
TP126 (Trichoderma	T13R1P3	R1	49	1.07	0.26	3.75	0.96
E-P2(H6) (Trichoder	T14R1P1	R1	53	1.67	0.3	4.4	1.14
E-P2(H6) (Trichoder	T14R1P2	R1	53	2.98	0.56	7.22	2.05
H9 (Alternaria)	T15R1P1	R1	57	1.23	0.25	2.81	0.77
H9 (Alternaria)	T15R1P3	R1	57	1.36	0.26	3.77	0.95
H45 (Alternaria)	T16R1P1	R1	61	2.47	0.4	4.75	1.27
H45 (Alternaria)	T16R1P2	R1	61	1.03	0.28	3.18	0.82
H35 (Stemphyllium)	T17R1P2	R1	65	4.98	0.88	7.22	2.01
H35 (Stemphyllium)	T17R1P3	R1	65	1.5	0.29	4.16	1.15
TP91 (Trichoderma)	T18R1P1	R1	69	4.73	0.91	9.88	2.95
TP91 (Trichoderma)	T18R1P2	R1	69	1.58	0.3	5.27	1.5
H78 (Fusarium)	T19R1P1	R1	73	2.42	0.44	5.23	1.44
H78 (Fusarium)	T19R1P3	R1	73	2.03	0.42	4.18	1.17
H106 (Fusarium)	T20R1P1	R1	77	2.34	0.46	5.67	1.55
H106 (Fusarium)	T20R1P3	R1	77	3.32	0.7	7.15	1.95
Testigo	T21R1P1	R1	81	1.67	0.33	4.93	1.25
Testigo	T21R1P2	R1	81	3.27	0.68	5.64	1.57

Prueba de Similitud

Turnitin Informe de Originalidad

Procesado el: 08-dic.-2021 12:57 p. m. -05
Identificador: 1724576847
Número de palabras: 23762
Entregado: 1

tesis leiva 08122021 Por Luis Enrique Leiva Torres

Índice de similitud	Similitud según fuente	
19%	Internet Sources:	19%
	Publicaciones:	4%
	Trabajos del estudiante:	6%

1% match (Internet desde 10-may.-2021)
https://www.undc.edu.pe/portal/vicepresidencia-academica/

1% match (Internet desde 19-mar.-2018)
http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/29847/1/Trabajo_de_titulacion.pdf

1% match ()
Mejía Melo, Kathia Denisse. "Control de Phytophthora cinnamoni en el cultivo de arándano (Vaccinium corymbosum L.) cv. Biloxi con diferentes aislamientos de Trichoderma", Universidad Nacional Agraria La Molina, 2018

1% match (Internet desde 11-abr.-2020)
https://www.scribd.com/document/386841220/Mamani-Huayhua-Giovana-pdf

1% match ()
Miranda Villela, Geovany Salomón. "Evaluación de sustratos para la producción en contenedores de plantas de pino (Pinus oocarpa Scheide) y cedro (Cedrela odorata L.), en el vivero de la carrera de agronomía del Centro Universitario de Oriente – CUNORI – Chiquimula, Guatemala, 2014", 2014

1% match (Internet desde 23-abr.-2016)
http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/11363/37730

< 1% match (Internet desde 03-nov.-2020)
http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/24224/1/tesis.pdf.pdf

< 1% match ()
Parra Tenesaca, Edwin Patricio, Tigre Tigre, Edisson Vladimir. ""Evaluación de la germinación y la resistencia de Vasconcelleas silvestres a Fusarium spp como una alternativa de porta injertos para la producción de (Vasconcellea × heilbornii) cv babaco"", 2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE
Ley de Creación N° 29488
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

TÍTULO:

HONGOS ENDÓFITOS COMO PROMOTORES DEL CRECIMIENTO VEGETAL DE ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.) A NIVEL DE VIVERO EN CAÑETE, 2021.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

Presentada por:

Luis Enrique Leiva Torres

Sustentada y aprobada ante el jurado:

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: ÑIQUE ALVAREZ Manuel Alfredo FAU 20491363402 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 31/01/2022 16:47:01-0500

Dr. MANUEL ALFREDO ÑIQUE ALVAREZ
PRESIDENTE

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: TARAZONA MATOS Liz Shella FAU 20491363402 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 31/01/2022 16:22:15-0500

Mg. Sc. LIZ SHELLA TARAZONA MATOS
SECRETARIO

Mg. Sc. LEANDRO JOEL AYBAR PEVE
VOCAL

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: AYBAR PEVE Leandro Joel FAU 20491363402 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 31/01/2022 16:36:54-0500

Dra. BETSABE LEON TTACCA
ASESOR

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: LEON TTACCA Betsabe FAU 20491363402 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 31/01/2022 17:22:24-0500

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE
Ley de Creación N° 29488
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Los miembros del Jurado de tesis que suscriben, reunidos para evaluar la sustentación de tesis por el Bachiller **LUIS ENRIQUE LEIVA TORRES** de la promoción 2014 con código de estudiante N° 1470267574, con el título: **"Hongos endófitos como promotores del crecimiento vegetal de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) a nivel de vivero en Cañete, 2021".**

Para cumplir con el Art. 31° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Cañete y la Directiva General de Sustentación de Trabajo de Investigación, Tesis y Trabajo de Suficiencia Profesional en la Modalidad No Presencial de la UNDC, aprobado con Resolución Comisión Organizadora N° 010-2021-UNDC, para optar al título profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO.**

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por el sustentante, declaramos la tesis por:

Calificada como:

DESAPROBADO (0 -10)	APROBADO			
	BUENO (11-13)	MUY BUENO (14 – 16)	SOBRESALIENTE (17 -18)	EXCELENTE (19 -20)
		15		

En consecuencia, queda en condición de ser considerado **APTO** por la Comisión Organizadora –UNDC y recibir el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, de conformidad con lo estipulado en el Art. 32 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Cañete, suscribimos la presente acta en 4 ejemplares.

https://meet.google.com/oyq-aebh-fhv?pli=1&authuser=1

31 de enero del 2022

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: ÑIQUE ALVAREZ Manuel Alfredo FAU 20491363402 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 31/01/2022 16:47:01-0500

Dr. MANUEL ALFREDO ÑIQUE ALVAREZ
PRESIDENTE

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: TARAZONA MATOS Liz Shella FAU 20491363402 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 31/01/2022 16:22:15-0500

Mg. Sc. LIZ SHELLA TARAZONA MATOS
SECRETARIO

Mg. Sc. LEANDRO JOEL AYBAR PEVE
VOCAL

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: AYBAR PEVE Leandro Joel FAU 20491363402 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 31/01/2022 16:36:54-0500

Dra. BETSABE LEON TTACCA
ASESOR

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: LEON TTACCA Betsabe FAU 20491363402 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 31/01/2022 17:22:24-0500

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

Ley de Creación Nº 29488

UNIDAD DE BIBLIOTECA CENTRAL

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

San Vicente, 24 de Enero del 2022

VICEPRESIDENCIA ACADEMICA

CONSTANCIA ANTIPLAGIO DEL SOFTWARE TURNITIN - UNDC

DATOS DEL ALUMNO:

Apellidos y Nombres : Luis Enrique Leiva Torres,

Código de Alumno : 1470267574.

Escuela Profesional : Agronomía.

TITULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACION:

"HONGOS ENDÓFITOS COMO PROMOTORES DEL CRECIMIENTO VEGETAL DE ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.) A NIVEL DE VIVERO EN CAÑETE, 2021".

HACE CONSTAR:

El presente documento acredita que el Trabajo de Investigación presentado por el estudiante **"NO SE CONSIDERA PLAGIO INTENSIONAL AL TENER UN GRADO DE SIMILITUD DEL 4% Y NO SOBREPASAR EL MAXIMO DEL 30% DE SIMILITUD, CONSIDERADO EN EL REGLAMENTO PARA OTORGAR EL GRADO ACADEMICO DE BACHILLER Y TITULO PROFESIONAL EN LA UNDC**;

por lo tanto, se considera originalidad del trabajo de Investigación presentado a *Unidad de Biblioteca Central - Universidad Nacional de Cañete.*

Se expide este documento para los fines pertinente.

FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: HUAMAN OJEDA Pedro Victor FAU 20491363402 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 24/01/2022 19:10:28-0500

Prof. Pedro V. Huamán OjedaAsistente de Biblioteca

FIRMA DIGITAL DE CONFORMIDAD

ADJ. TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO, CON LAS CORRECCIONES Y ESTADÍSTICA EN PDF.