



**UNIVERSIDAD NACIONAL**

**PEDRO RUIZ GALLO**



**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el  
crecimiento, rendimiento y calidad del arándano  
'Biloxi' *Vaccinium corymbosum* L. en el Caserío  
Solecape – Mochumi – Lambayeque.**

# **TESIS**

Presentada para optar el título profesional de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Autor:

**Bach. Javier Santisteban Ayala**

**Eduardo E. Deza Leon**

**Asesor**

**Lambayeque – 2023**

Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el crecimiento, rendimiento y calidad del arándano 'Biloxi' *Vaccinium corymbosum* L. en el Caserío Solecape - Mochumi - Lambayeque.

INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>12%</b>	<b>11%</b>	<b>4%</b>	<b>4%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	pdfcoffee.com Fuente de Internet	<b>1 %</b>
<b>2</b>	hdl.handle.net Fuente de Internet	<b>1 %</b>
<b>3</b>	vsip.info Fuente de Internet	<b>1 %</b>
<b>4</b>	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<b>1 %</b>
<b>5</b>	repositorio.uaaan.mx Fuente de Internet	<b>1 %</b>
<b>6</b>	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<b>&lt;1 %</b>
<b>7</b>	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<b>&lt;1 %</b>
<b>8</b>	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru <i>Eduardo Gregorio Deza Leon</i>	<b>&lt;1 %</b>

*Areror*

## CONSTANCIA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Eduardo Exequiel Deza León, Docente/ asesor de tesis/ Revisor del trabajo de investigación, del (los) estudiante (s), Javier Santisteban Ayala.

### Titulada

Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el crecimiento, rendimiento y calidad del arándano "Biloxi" *Vaccinium corymbosum* L. en el Caserío Solecape – Mochumi – Lambayeque, luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de 12 % verificable en el reporte de similitud del programa turnitin.

El suscrito analizo dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Pedro Ruiz Gallo.

Lambayeque, 28 de diciembre del 2023



EDUARDO E. DEZA LEON

DNI: 16462782

ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
DECANATO



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 025-2023-D-FAG

En la ciudad de Lambayeque a los veintinueve días del mes diciembre del año dos mil veintitrés, siendo las ocho de la mañana, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Agronomía los Miembros de Jurado evaluador de la tesis titulada: "Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el crecimiento – rendimiento y calidad del arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) variedad Biloxi en el caserío Solecape – Mochumi - Lambayeque" ,designados por Decreto N°190-2017-FAG del 02 de agosto del 2017, con la finalidad de evaluar y calificar la Sustentación de la Tesis antes mencionada, conformado por los siguientes docentes:

Ing. Dr. Wilfredo Nieto Delgado  
Ing. Dr. Jorge Alberto Llohtop Llaque  
Ing. M.Sc. Roso Próspero Pasache Chapoñan  
Ing. M.Sc. Eduardo Exequiel Deza León

Presidente  
Secretario  
Vocal  
Patrocinador

El acto de Sustentación fue autorizado por RESOLUCIÓN N° 246-2023-D-FAG, con fecha 28 de diciembre del 2023.

La tesis fue presentada y sustentada por el Bachiller **JAVIER SANTISTEBAN AYALA**, tuvo una duración.....90..... de minutos. Después de la sustentación y absueltas las preguntas y observaciones de los Miembros de Jurado, se procedió a la calificación respectiva otorgándole el calificativo de .....15..... en la escala vigesimal, con mención

**BUENO**

Por lo que queda **APTO** para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo de acuerdo con la Ley Universitaria N° 30220 y el Art. 46° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 10:00 am, se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad el presente acto con las firmas de los Miembros de Jurado.

Ing. Dr. Wilfredo Nieto Delgado  
Presidente

Ing. Dr. Jorge Alberto Llohtop Llaque  
Secretario

Ing. M.Sc. Roso Próspero Pasache Chapoñan  
Vocal

Ing. M.Sc. Eduardo Exequiel Deza León  
Patrocinador



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Javier Santisteban Ayala  
Título del ejercicio: Quick Submit  
Título de la entrega: Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el crecimiento, ren...  
Nombre del archivo: Tesis\_-\_Santisteban\_Ayala.pdf  
Tamaño del archivo: 1.29M  
Total páginas: 101  
Total de palabras: 19,346  
Total de caracteres: 103,547  
Fecha de entrega: 18-mar.-2024 01:48p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entre... 2323977229



UNIVERSIDAD NACIONAL

PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el crecimiento, rendimiento y calidad del arándano 'Biloxi' *Vaccinium corymbosum* L. en el Cosecho Soleado - Mochumi - Lambayeque.

### TESIS

Presentada para optar el título profesional de:  
INGENIERO AGRÓNOMO

Autor:

Bach. Javier Santisteban Ayala

Lambayeque - 2023

*Eduardo Lopez Quiel Feza*  
*Leon*  
*Araya*

**La presente tesis ha sido aprobada por el siguiente jurado:**



**Ing. Dr. Wilfredo Nieto Delgado**  
**Presidente**



**Ing. Dr. Jorge Alberto Llontop Llaque**  
**Secretario**



**Ing. M.Sc. Roso Próspero Pasache Chapoñan**  
**Vocal**



**Ing. M.Sc. Eduardo Exequiel Deza León**  
**Patrocinador**

## **DEDICATORIA**

Mi trabajo se lo dedico a Dios, por darme salud, sabiduría y fortaleza durante todo el recorrer de mi vida universitaria, laboral y así poder cumplir todos mis objetivos y metas trazadas.

A mis padres Cirilo y Felipa por su constante apoyo y comprensión para desarrollar mis capacidades profesionales lo cual fue el motivo más poderoso de mi superación personal y como futuro ingeniero

A mis hermanas Kelly, Fanny, María. E, Betty, a mi hermano Juan C, a mis tíos Gregorio y Concepción, a mis primos Franklin, Jaime, Edwin, Luis E, Beltrán, Enrique E y a toda mi familia, a quienes amo y estimo por lo cual agradezco infinitamente por su apoyo incondicional y comprensión invaluable que me han brindado en este largo caminar.

Bach. Javier Santisteban Ayala.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco al Ing. M. Sc. Eduardo E. Deza León, por haberme permitido trabajar con él en esta investigación y guiarme con sus conocimientos en el desarrollo de la presente tesis.

A los miembros del jurado Dr. Wilfredo Nieto Delgado, Dr. Jorge Alberto Llontop Llaque y Ing. Roso Prospero Pasache Chapoñan, por los conocimientos impartidos durante la carrera profesional.

A mis co-asesores los Ing. Bernardino Lalopu Silva, Coordinador regional del PSI - Cajamarca e Ing. Adriano Marcuzzo, gerente de la empresa Bets Berries del Perú, por la iniciativa e idea de este tema de investigación en el cultivo de arándano y por guiarme con sus conocimientos en el desarrollo de la presente tesis.

## ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD...	<b>Error! Marcador no definido.</b>
DEDICATORIA .....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
INDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN.....	17
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	19
III. MATERIALES Y METODOS .....	31
3.1 Área experimental.....	31
3.1.1 Ubicación.....	31
3.1.2 Clima .....	32
3.1.3 Sustrato .....	32
3.1.4 Contenedores .....	32
3.2 Material experimental.....	33
3.2.1 Características botánicas y hortícolas del arándano 'Biloxi' .....	33
3.3 Procedimiento experimental.....	34
3.3.1 Tratamientos.....	34
3.3.2 Diseño experimental .....	35
3.3.3 Croquis del área experimental .....	36
3.4 Ejecución experimental .....	37
3.4.1 Llenado del sustrato a los contenedores de polietileno .....	37

3.4.2	Inoculación de los plantones.....	37
3.4.3	Trasplante .....	38
3.4.4	Etiquetado de las plantas por cada tratamiento .....	38
3.4.5	Riegos .....	38
3.4.6	Fertilización .....	39
3.4.7	Aplicaciones fitosanitarias.....	41
3.4.8	Poda .....	44
3.4.9	Cosecha .....	44
3.5	Evaluaciones.....	45
3.5.1	Altura de la planta.....	45
3.5.2	Diámetro basal del tallo .....	45
3.5.3	Número de hojas por planta.....	45
3.5.4	Rendimiento en kg/ planta y kg/hectárea. ....	45
3.5.5	Calibre de baya .....	46
3.5.6	Peso de baya.....	46
3.5.7	Brix del fruto .....	46
3.5.8	Acidez del fruto .....	46
3.5.9	Relación brix/ acidez.....	48
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	49
V.	CONCLUSIONES .....	71
VI.	RECOMENDACIONES .....	72
VII.	REFERENCIAS.....	73
VIII.	ANEXOS .....	81

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipo de micorrizas y dosificación de plantas empleadas .....	34
Tabla 2 Tabla de cálculo de fertilizante utiliza .....	39
Tabla 3 Tabla de cálculo de fertilizante utilizado en diferentes momentos de aplicación en el cultivo. ....	40
Tabla 4 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre la altura de planta de arándano (cm) en el caserío Solecape, distrito Mochumi, provincia Lambayeque. ....	49
Tabla 5 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el diámetro basal (cm) de planta de arándano en el caserío Solecape, distrito Mochumi, provincia Lambayeque. ....	51
Tabla 6 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el número de hojas (und.) en la planta de arándano en el caserío Solecape, distrito Mochumi, provincia Lambayeque. ....	53
Tabla 7 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el número de brotes (unid.) de planta de arándano en el caserío Solecape, distrito Mochumi, provincia Lambayeque. ....	55
Tabla 8 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el rendimiento (kg/planta) del arándano 'Biloxi' en el caserío Solecape, distrito Mochumi, provincia Lambayeque. ....	57
Tabla 9 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el rendimiento (kg/ha) de arándano 'Biloxi' en el caserío Solecape, distrito Mochumi, provincia Lambayeque. ....	59
Tabla 10 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el peso promedio (g) de la baya de arándano en el caserío Solecape, distrito Mochumi, provincia Lambayeque. ....	61
Tabla 11 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el diámetro ecuatorial (cm) de la baya de arándano en el caserío Solecape, distrito Mochumi, provincia Lambayeque. ....	63
Tabla 12 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre los grados brix (%) de la baya de arándano en el caserío Solecape, distrito Mochumi, provincia Lambayeque. ....	65

Tabla 13 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre la acidez (%) de la baya de arándano en el caserío Solecape, distrito Mochumi, provincia Lambayeque....	67
Tabla 14 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el °Brix/acidez (%) de la baya de arándano en el caserío Solecape, distrito Mochumi, provincia Lambayeque. ....	69
Tabla 15. Datos recolectados de las muestras de arándano en laboratorio de química de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo para determinar el porcentaje de acidez. ....	81
Tabla 16 Datos meteorológicos observados durante la conducción experimental. Solecape – Mochumí – Lambayeque, 2017 – 2019. ....	82
Tabla 17 Tabla de cálculo de agua utilizado en el proyecto. ....	83
Tabla 18 Análisis de Varianza en la altura de la planta de arándano. ....	83
Tabla 19. Análisis de Varianza en el diámetro basal de la planta de arándano. ....	84
Tabla 20 Análisis de Varianza en el número de hojas en la planta de arándano. ....	84
Tabla 21 Análisis de Varianza sobre el número de brotes en la planta de arándano.....	84
Tabla 22 Análisis de Varianza en el rendimiento (kg/planta) del arándano.....	85
Tabla 23 Análisis de Varianza en el rendimiento por (kg/ha) del arándano. ....	85
Tabla 24 Análisis de Varianza en el peso (gr) de la baya de arándano. ....	85
Tabla 25 Análisis de Varianza en el diámetro ecuatorial de la baya del arándano. ....	86
Tabla 26 Análisis de Varianza en los °Brix de la baya de arándano .....	86
Tabla 27 Análisis de Varianza en la acidez (ph) de la baya de arándano.....	86
Tabla 28 Análisis de Varianza en la relación °Brix/acidez (%) de la baya de arándano.....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Toma satelital del área que abarca el fundo “Guillermina” .....	31
Figura 2 Medidas .....	33
Figura 3 Croquis del área experimental.....	36
Figura 4 Parcela del área experimental.....	37
Figura 5. Llenado del sustrato en bolsas de polietileno. ....	93
Figura 6. Preparación de las micorrizas como medio de inoculación del arándano.....	93
Figura 7. Trasplante de arándanos inoculados a campo definitivo. ....	94
Figura 8. Etiquetado de macetas con sus respectivos tratamientos y repeticiones.....	95
Figura 9. Instalación de riego por goteo en plantas de arándano .....	95
Figura 10. Fuente de agua y sistema de fertirriego utilizados.....	96
Figura 11. Pudrición causada por <i>Phytophthora cinnamomi</i> sp .....	96
Figura 12. En laboratorio de la UNPRG fitopatología identificando enfermedades que afectaron el trabajo de investigación.....	97
Figura 13. Signos de presencia de <i>Alternaria</i> spp. ....	98
Figura 14 <i>Pestalotiopsis</i> spp .....	99
Figura 15. Enfermedad de la roya en el arándano .....	100
Figura 16. Proceso de poda en las plantas de arándano “Biloxi” .....	100
Figura 17. Proceso de cosecha de la fruta de arándano. ....	101
Figura 18. Medida de la altura de las plantas de arándano .....	101
Figura 19. Medición del diámetro basal del tallo de la planta. ....	102
Figura 20. Conteo de hojas por cada planta evaluada .....	102
Figura 21. Plantación en inicio de producción, maduración y recolección de fruta .....	103
Figura 22. Equipo vernier utilizado para tomar la medida de cada baya en el arándano.....	103
Figura 23. Pesaje de los arándanos por medio de una balanza gramera. ....	104
Figura 24. Análisis de los °Brix del arándano a través del refractómetro .....	104
Figura 25. Proceso de pesando, machacando y titulando del arándano para determinar el porcentaje de acidez en la fruta.....	105

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre la altura de la planta de arándano 'Biloxi', en el caserío Solecape, Mochumi, Lambayeque 2019.....	50
Gráfico 2 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el diámetro basal (cm) de la planta de arándano 'Biloxi', en el caserío Solecape, Mochumi, Lambayeque 2019.....	52
Gráfico 3 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el número de hojas (unid.) en la planta de arándano 'Biloxi', en el caserío Solecape, Mochumi, lambayeque.2019 .....	54
Gráfico 4 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el número de brotes (unid.) en la planta de arándano 'Biloxi', en el caserío Solecape, Mochumi, Lambayeque 2019.....	56
Gráfico 5 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el rendimiento (kg/planta) en el arándano 'Biloxi', en el caserío Solecape, Mochumi, Lambayeque 2019.....	58
Gráfico 6 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el rendimiento (kg/ha) en el arándano 'Biloxi', en el caserío Solecape, Mochumi, Lambayeque 2019.....	60
Gráfico 7 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el peso promedio (g) en la baya del arándano 'Biloxi', en el caserío Solecape, Mochumi, Lambayeque 2019 .....	62
Gráfico 8 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el diámetro ecuatorial (cm) en la baya de arándano 'Biloxi', en el caserío Solecape, Mochumi, Lambayeque 2019.....	64
Gráfico 9 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre los grados brix (%) en la baya del arándano 'Biloxi', en el caserío Solecape, Mochumi, Lambayeque 2019. ..	66
Gráfico 10 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre la acidez (%) en la baya de arándano 'Biloxi', en el caserío Solecape, Mochumi, Lambayeque 2019.....	68
Gráfico 11 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre la acidez/brix (%) en la baya de arándano 'Biloxi', en el caserío Solecape, Mochumi, Lambayeque 2019.....	70

## RESUMEN

El estudio realizado tuvo como objetivo general investigar el efecto de tres cepas de micorrizas en el crecimiento, rendimiento y calidad del arándano 'Biloxi' en el Caserío Solecape – Mochumi – Lambayeque. La metodología aplicada fue de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y un alcance descriptivo. Se utilizó un diseño cuasi experimental, consistente en la aplicación de tres tipos de micorrizas: endomicorrizas, ectomicorrizas y ericoides. Los parámetros evaluados incluyeron la altura, el número de brotes, número de hojas, diámetro basal, kilogramos por planta, toneladas por hectárea, peso del fruto, diámetro transversal del fruto, grados Brix, acidez y la relación entre Brix y acidez. Los resultados obtenidos fueron significativos. El tratamiento con micorrizas ericoides (tratamiento 4) presentó los valores más altos en varios parámetros: alcanzó una altura máxima de 75.80 cm, un diámetro basal de 0.83 cm, un número de hojas de 467.3, y un número de brotes de 11.6. En términos de rendimiento, este tratamiento también mostró un máximo de 0.32 kg/Ha y 3266.67 Tn/Ha. Además, el peso del fruto alcanzó los 2.6 g, con un diámetro transversal máximo de 1.61 cm. En cuanto a la calidad, se obtuvo un índice máximo de grados Brix de 13.56, una acidez de 0.62, y una relación Brix/acidez de 32.3. En conclusión, la aplicación de micorrizas ericoides resultó en un mejor rendimiento en el cultivo de arándanos, sugiriendo que esta cepa de micorrizas podría ser particularmente eficaz para aumentar el rendimiento y mejorar la calidad de la cosecha de arándanos en la región de estudio.

**Palabras clave:** Micorrizas, Endomicorrizas, ectomicorrizas, ericoides, arándano, Biloxi

## ABSTRACT

The study aimed to investigate the effect of three strains of mycorrhizae on the growth, yield, and quality of the 'Biloxi' blueberry in the Solecape – Mochumi – Lambayeque area. The methodology applied was of an applied type, with a quantitative approach and descriptive scope. A quasi-experimental design was used, consisting of the application of three types of mycorrhizae: endomycorrhizae, ectomycorrhizae, and ericoid mycorrhizae. The evaluated parameters included height, number of shoots, number of leaves, basal diameter, kilograms per plant, tons per hectare, fruit weight, transversal diameter of the fruit, Brix degrees, acidity, and the Brix/acidity ratio. The results obtained were significant. The treatment with ericoid mycorrhizae (treatment 4) showed the highest values in various parameters: it reached a maximum height of 75.80 cm, a basal diameter of 0.83 cm, a number of leaves of 467.3, and a number of shoots of 11.6. In terms of yield, this treatment also showed a maximum of 0.32 kg/Ha and 3266.67 Tn/Ha. In addition, the fruit weight reached 2.6 g, with a maximum transversal diameter of 1.61 cm. Regarding quality, a maximum Brix degree index of 13.56, an acidity of 0.62, and a Brix/acidity ratio of 32.3 were obtained. In conclusion, the application of ericoid mycorrhizae resulted in better performance in the cultivation of blueberries, suggesting that this strain of mycorrhizae could be particularly effective in increasing yield and improving the quality of the blueberry harvest in the study region.

**Keywords:** Mycorrhizae, Endomycorrhizae, Ectomycorrhizae, Ericoid, Blueberry, Biloxi

## I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día la agricultura enfrenta múltiples cambios, ya que existe una baja producción de alimentos, acarreando problemas en los próximos años para alimentar a una población en crecimiento. Atender la creciente necesidad de alimentos a nivel mundial implica importantes costos económicos, por lo que el principal desafío hoy es aumentar la producción agrícola y al mismo tiempo implementar métodos de producción sostenibles (Pérez et al., 2022). En el 2018 se reportó que la superficie total de producción de arándano fue de 109.270 ha., donde el mayor cultivo de arándanos se dio en América con (86.718 hectáreas) y Europa (20.718 hectáreas). Asia y África sólo registraron 96 y 18 ha. Le sigue Canadá (40.998 ha), EE.UU. (36.098 ha), Polonia (8.089 ha), Alemania (3.040 ha), Francia (2.393 ha), Países Bajos (934 ha), Rusia Federación (634 ha), Rumania (Martău et al., 2023). Por lo tanto, el arándano se caracteriza por ser un cultivo originario del sureste de Canadá y noreste de Estados Unidos. Inicialmente, su plantación en EE.UU. se extendió lentamente, pero, a partir de los años 1990, se ha convertido en un cultivo frutal con importancia comercial a nivel mundial (Pescie et al., 2021), siendo un cultivo representativo produciéndose en las regiones cálidas, templadas, subtropicales y tropicales del mundo (Koshovyi et al., 2021). En general, se ha reconocido que la producción de arándanos puede tener impactos directos e indirectos en el medio ambiente. Por ejemplo, los fertilizantes minerales utilizados en cultivos producen impactos ambientales negativos de punto medio, como mayores emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y reducción de la calidad del agua generando un desequilibrio dentro del ecosistema y afectando de manera directa en el nivel de rendimiento del cultivo (Chapa et al., 2019). Particularmente en Perú, la producción de arándanos en 2018 alcanzó 89.735 toneladas, lo que representó un mayor volumen de 71,6% respecto a 2017. Los departamentos de La Libertad, con 16,8 t/Ha, Lambayeque (15 t/Ha), Ica (8,2 t/Ha), Lima (4,5 t/Ha) y Ancash (4,1 t/Ha), destacan en términos de tasas de rendimiento más altas (Rojas et al., 2021), de las cuales el Perú exportó 73.903 toneladas, con una superficie cultivada de 7.884 ha. Actualmente la producción anual es para abastecer los mercados de Estados Unidos, Países Bajos y Reino Unido (Rodríguez et al.,

2020). Como consecuencia del déficit en la producción del arándano, los hongos micorrízicos pueden establecer relaciones simbióticas con las raíces de la mayoría de las plantas, promoviendo la adquisición de nutrientes por parte de las plantas a cambio de fuentes de carbono derivadas de la fotosíntesis (Wei et al., 2022), por lo tanto, la presencia de hongos micorrízicos promueven el crecimiento y desarrollo de los arándanos, incrementando su producción. mejorar la biomasa de los cultivares de arándanos en diversos grados que este cultivo se presenta (Cai et al., 2021).

Frente a la problemática planteada se establecieron los siguientes objetivos.

Objetivo general: estudiar el efecto de tres cepas de micorrizas sobre el crecimiento, rendimiento y calidad del arándano.

Objetivos específicos:

- Evaluar el efecto de las tres cepas de micorrizas sobre algún parámetro de crecimiento en el cultivo de arándano.
- Determinar el efecto de las tres cepas de micorrizas sobre el rendimiento y calidad de la baya de arándano.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **Situación nacional del arándano.**

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2023), en términos de volumen, hacia noviembre del 2022, en todo el Perú se produjeron alrededor de 42,040 toneladas de arándanos, superando en 16% a la producción de noviembre del 2021, siendo que los principales departamentos donde estos frutos se cosechan son La Libertad, Ica y Lambayeque, ocupando entre los 3 alrededor del 85.4% de la producción nacional, y habiendo mantenido una tendencia creciente en estas, incrementándose en un 33.5% la producción liberteña de este producto, en un 17.1% la producción en Ica y en 1.3% la producción de Lambayeque en 2022.

### **Exportaciones y mercados**

Según la Embajadora de Perú en España (2023), en 2022, el Perú ocupó el primer lugar como exportador de arándanos a nivel global por cuarto año continuo, habiendo exportado alrededor de 1,362'740,000 dólares de esta fruta, frente a exportaciones por el valor de 1,221 millones de dólares en 2021, habiendo mantenido una tendencia al alza, y tan solo en enero de 2023 se habría exportado más de 72'624,000 dólares, presentando un crecimiento del 4% con respecto a enero del 2022, en el cual se exportaron 69'751.000 dólares, demostrando el alto potencial de este producto de exportación, señalando que en este mes, su principal destino fue Estados Unidos (31'317,000 dólares), seguido de Países Bajos (19'589,000 dólares), Reino Unido (6'100,000 dólares), China (5'916,000 dólares) y Hong Kong (2'090,000 dólares).

### **Principales empresas exportadoras en el Perú**

De acuerdo con el Gobierno Regional de Piura (2022), las principales compañías dedicadas a la exportación de arándanos en el país son Camposol, Hortifrut Perú, Complejo Agroindustrial Beta, Agrovisión Perú, Agroberries Perú, Agrícola Santa Azul, HFE Berries Perú, Danper Trujillo y Agrícola Cerro Prieto.

## **Propiedades nutricionales del arándano**

De acuerdo con Collantes y Altamirano (2020), el consumo de arándano brinda importantes micro y macronutrientes esenciales para preservar la salud humana, siendo un alimento de cualidades antioxidantes que brinda un aporte energético de 57 kilocalorías por cada 100 gramos consumidos, así mismo, brinda vitaminas tales como el  $\beta$ -caroteno, Complejo B, C, E y K, así mismo, aporta al organismo humano concentraciones de calcio, hierro, potasio y taninos.

## **Beneficios de la fruta de arándano para la salud**

Conforme a Collantes y Altamirano (2020) consumo de arándano permite la prevención y minimizar el riesgo de infección de vías urinarias, protege al corazón debido al incremento de HDL, tiene acción anticancerígena y reduce problemas gastrointestinales.

## **Cultivares**

Existen múltiples variedades de arándanos, siendo que cada una presenta una adaptación más apropiada a un ambiente específico como las variedades Legasy, Ventura, entre otras.

## **Otros cultivares**

Según Ledea et al. (2018), existen otros tipos de cultivos altamente prometedores para su cultivo a nivel nacional, con sus características particulares de producción, resistencia al estrés hídrico, a la temperatura, periodicidad y demás factores, tales como las variedades Ventura, Mágica, Bella, Emerald, Bonita, Rocío, Springhigh, Ozblu Raquelle y Snowchaser.

## **Propagación in vitro**

De acuerdo con Goyes y Rojas (2021), la propagación in vitro se caracteriza por generar el enraizamiento generado al aislar órganos y tejidos vegetales para fomentar la generación de raíces adventicias, las cuales son preservadas en un medio de cultivo de auxinas para obtener plántulas completas, las cuales luego

pueden ser aclimatadas, siendo especialmente empleado bajo la forma de micropropagación. De esta manera, se consigue la regeneración de plantas genéticamente idénticas a su progenitora, hallándose en un ambiente donde no se presentan elementos patógenos tales como virus, hongos u otros agentes infecciosos.

García et al. (2023) en su estudio: “Hongos rizosféricos aislados de arándano y su efecto en el desarrollo de *Arabidopsis Thaliana* L.”. Revista Fitotec. México. Ha presentado como fin evaluar las capacidades de la posible modificación de la generación de plántulas de *Arabidopsis thaliana* (Cof.0) mediante la configuración experimental, evaluando las influencias de compuestos difusible y volátil en cuanto a los fenotipos de las plantas, empleando el método cuantitativo, aplicativo, experimental, sobre una muestra cultivo en producción de arándanos. Los datos obtenidos han demostrado que *Phialocephala fortinii* y *Mortierella alpina* actúan diferencialmente sobre el crecimiento de las plantas y representan un recurso biológico con gran potencial para su uso como bioestimulante en la agricultura actual. Concluyendo que los hongos representan un recurso biológico con potencial de uso como bioestimulante en la agricultura actual.

Bustamante (2023) en su análisis “Endófitos microbianos y sus interacciones con plantas de arándano”. Universidad de Montreal. (Tesis de pre grado). Francia. Ha presentado como fin analizar los endófitos de las raíces del arándano, un ericáceo miembro nativo de América del Norte. Siendo el método cuantitativo, descriptivo, no experimental. Se ha registrado un extenso repertorio de carbohidratos activos, enzimas y proteasas que podrían ayudar a reciclar nutrientes orgánicos, haciéndolos accesibles a las plantas. Además, las proteínas efectoras fueron predicho; por otro lado, desconoce el producto de alrededor del 90% de los BGC. Finalmente, las dos conclusiones principales de este trabajo son que las raíces de las plantas de arándano muestreadas están dominadas por endófitos con capacidades de biocontrol, y que EC200, EC205 y EC208 codifican un amplio repertorio de proteínas que podría estar involucrado en las interacciones planta-endófito.

Guo et al. (2021) en su estudio “Detección de hongos micorrícicos promotores del crecimiento vegetal en arándano de Guizhou”. *Rhizosphere*. China. Siendo el método cuantitativo, descriptivo, no experimental, en muestras de raíces de arándano de cinco lugares de la provincia de Guizhou y se identificaron los hongos endófitos mediante métodos biológicos morfológicos y moleculares, empleando como técnica el microscopio. Los resultados mostraron que se aislaron un total de 995 hongos endófitos de 5 regiones de Guizhou, que se dividieron en 42 géneros, de los cuales *Chaetomium spp.* y *Fusarium spp.* fueron las más dominantes, representando el 22,91% y 16,18% respectivamente, seguidas de *Phialocephala spp.* (9,54%). A través de literatura revisada y experimentos de vinculación, se identificaron 9 tipos de micorrizas (Y-037, Y-007, Y-078, Y-017, Y-026, X-065, Y-079, Y-012, Y-005). Entre ellos, Y-037 tiene la intensidad de infección más fuerte y promueve significativamente el crecimiento de las plantas. Concluyendo, esta investigación proporciona una base teórica para proponer un conjunto de tecnologías de cultivo de micorrizas de arándanos maduros y eficientes.

Sepideh (2019) en su estudio “Efectos de los hongos micorrizas ericoides sobre el crecimiento y la tolerancia a la sal del arándano, el arándano rojo y el té de labrador. Siendo el método cuantitativo, aplicativo, experimental, siendo la muestra tres tipos de suelo capa superior del suelo fresca no esterilizada en autoclave. Los resultados indicaron que el suelo almacenado era menos adecuado como lugar de crecimiento, sustrato en comparación con los suelos frescos para el crecimiento de algunas plantas ericáceas. Concluyendo que se debe considerar la inoculación de plantas ericáceas con hongos micorrícicos antes de plantar en sitios de recuperación.

Bernabé et al. (2021) en su análisis sobre “Efecto de diferentes cantidades de inóculos *Rhizophagus* irregulares sobre el porcentaje de micorrización y crecimiento en *Zea mays L. var. canteño* (Poaceae) en condiciones de invernadero”. Arnao. Perú; siendo el método cuantitativo, descriptivo, secuencial, en semillas de maíz morado. Los datos indicaron que los vínculos de longitudes de raíces con los números diarios (.47), cantidades de inóculos (.46),

porcentajes de micorrizaciones (.45) y longitudes de tallos (.57) han evidenciado valor estadístico significativo, a diferencia que esta conducta se ha observado en diferentes constructos como las longitudes de los tallos en relación al día y porcentajes de micorrizaciones con las cantidades de inóculos, debido a que se ha presentado vínculo de Pearson .90 y .64 para ambos casos. Concluyendo que los tratamientos con cinco g de inóculos de *r irregularis* inducen mayores porcentajes de micorrizaciones en raíces.

Ramos (2021) en su análisis sobre “Efecto del NaCl y micorrizas (*Rhizophagus irregularis*) en el crecimiento de “tomate” *Solanum lycopersicum* L. (*Solanaceae*)”. *Arnaldoa*. Perú. Presentó como fin la determinación del impacto de lo ya mencionado, siendo el método experimental, descriptivo, secuencial, en una muestra de noventa plántulas, en el que se empleó material biológicos y tratamientos. Los datos indicaron que el tratamiento ha inducido diferencia estadística significativa. El nivel creciente de salinidades ha inducido la disminución de toda la variable en estudio a excepción de las longitudes de raíces. Concluyendo que con micorriza ocasionaron reducciones en las disminuciones de crecimientos ocasionadas por las salinidades.

Luna et al. (2020) en su análisis sobre “Efecto de la micorriza (*Glomus Intrarradices*), en el rendimiento de dos variedades de papa (*Solanum Tuberosum* L.) en el Altiplano de Puno - Perú.”. *Revista de Investigaciones Altoandinas*. Perú. Siendo el método experimental, descriptivo, secuencial, aplicando 5 dosificaciones 1.00;.75;.50;.25 y .00 g por plantas. Los resultados han indicado que mayores rendimientos de han obtenido con las dosificaciones de .00 g de MicorrizaFers por plantas, 14.01 t ha<sup>-1</sup> en las variedades Imillas Negras y 13.82 t, ha<sup>-1</sup> en las variedades compi, que fueron superiores a los testigos en 7.02% y 5.97% de forma respectiva, sin la adición fertilizaciones químicas ni controles químicos de plaga y enfermedad. Concluyendo que el factor que puede desfavorecer el hallazgo se atribuye a la altitud.

López (2020) en su análisis respecto a “Eficacia de la aplicación de micorrizas sobre el vigor, rendimiento y calidad en plantas de palto ya establecidas en la región La Libertad-Perú”. *Universidad Nacional Pedro Ruiz*

Gallo. (Tesis de pre grado). Perú. Tuvo como fin evaluar la efectividad de lo anteriormente mencionado, experimental, descriptivo, secuencial, en el que se aplicaron dosificaciones de .25, .50, 1.00 kg/ ha aplicado en las fases crecimientos de fruto y segundas aplicaciones en fases de brote. Se halló que no existieron diferenciaciones en estadística, no obstante; dosis de .50 y 1.00 (kg/ha) con remociones de las hojarascas se obtuvieron mayores números de fruto por plantas las cuales fueron ciento setenta y siete mil diecisiete y ciento noventa y tres con incrementos de 7.42 y 17.43 por ciento de forma respectiva en relaciones a testigos ciento sesenta y cuatro frutos. Concluyendo que no han evidenciado diferencias de forma estadística significativa.

Reyes (2020) en su estudio “Efecto de la inoculación de micorrizas en el desarrollo de plantas de café en etapa de vivero en San Martín de Pangoa-Satipo”. Universidad Nacional del Centro del Perú. (Tesis de pre grado). El Mantaro. Perú. Tuvo como propósito la determinación del efecto de lo antes mencionado, siendo el método cuantitativo, secuencial, experimental, considerándose tratamientos referentes a aplicaciones de inoculantes micorrícicos *micosims triton*, *mycos gel*, *mycos ups*, *mycos roots* y no inoculados. Los datos han indicado que los inoculantes micorrícicos, ocasionando aumento estadístico significativo en las longitudes radicales, alturas de plantitas, pesos secos de raíz y partes aéreas, longitudes de par de hoja, resaltando los tratamientos con *mycors roots*. Concluyendo que el tratamiento con inoculante generó mayor concentración de P foliares y extrajo mayor cantidad de P de los suelos.

### **Aspectos generales de las micorrizas**

Desde el aspecto etimológico el término micorrizas proviene del griego “Mykes” que significa hongo y del latín “rhiza” que tiene como significado raíz; lo que se ha llegado a determinar cómo el hongo en la raíz que se presenta en las plantas y suelos de manera simbiótica. Esta planta permite grandes beneficios a través del aumento de tasa fotosintética con el ajuste osmótico a la sequía y otros vinculados (Soto et al., 2022).

Las micorrizas arbusculares es conceptualizada como una agrupación a nivel ecológico que aparece en la interacción de los hongos *Phyllum Glomeromycota* con la cualquier planta de fruto, llegando a ser considerada como una alternativa para promover la agricultura de manera sustentable por cuanto produce efectos positivos en el ecosistema con la interacción que tiene el suelo, planta y medio ambiente (Cué y Torres, 2019).

La interacción de los hongos de suelo se vincula con las raíces que tienen las plantas de manera simbiótica, por lo que se indica que se encuentra en el 80% de las plantas del ecosistema terrestre. Además, se indica que se encuentra conformado por dos grupos estructurales que son endomicorrizas y ectomicorrizas (Carrillo et al., 2022).

### **Importancia de las micorrizas en la agricultura**

La función principal se encuentra centra en desarrollo de intercambio de los nutrientes; por cuanto la planta le brinda al hongo el carbono que se ha adquirido a través de la realización de la fotosintética, y por reciprocidad el hongo le brinda a la planta de manera fundamental el fósforo y nitrógeno. Esto permite que las plantas que se encuentran micorrizas tengan mayor ventaja de las no micorrizadas debido a la presente de un forrajeo de nutrientes que se encuentran en el suelo, que permite obtener un estrés ambiental y el desarrollo de la protección ante diferentes patógenos (Carrillo et al., 2022).

La contribución de las redes que conforman las micorrizas se encuentra determinado por el recableado que tienen las especies que tiene un porcentaje de implicación de 29 a 84%. También se refiere que las plantas que cuentan con este hongo se tienen que evaluar la interacción con otros huéspedes como los fragmentos de yeso, esto para determinar la probabilidad de interacción en la reconexión de las redes ecológicas (Pérez et al., 2020).

## EL USO DE MICORRIZAS EN ÁRBOLES

### Las micorrizas en la planta de arándanos

Se ha determinado que los hongos asociados a las plantas de arándanos se ha podido identificar la presencia de seis cepas fúngicas entre las cuales se consideran cinco de raíz y una de suelo rizosférico, conocidas como *Alternaria alternata*, *Phialocephala fortinii*, *Botrytis cinérea*, *Fusarium oxysporum* y *Phialemonium obovatum* que incluye al *Phylum Ascomycota*. Además, se ha señalado a los patógenos conocidos como *B. cinérea*, *F. oxysporum* y *A. alternata* como las causantes de las pérdidas que tuvieron los agricultores (García et al., 2023).

Se ha determinado que los microorganismos conocidos como *Mortierella alpina* y *Phialocephala fortinii* que se encuentra enfocado en el crecimiento que tiene la *A. thaliana* para lograr el mejoramiento de las correlaciones en las expresiones a nivel genética de las hormonas citoquininas y auxinas a través de las diferenciales que tiene la raíz y hojas (García et al., 2023).

### Las micorrizas en otras plantas

Las micorrizas arbusculares se han considerado como fuente valiosa para lograr la reducción de tiempo de pastoreo de los animales en los sistemas silvopastoriles; esto debido a que no se permite la utilización de los fertilizantes, riego y pesticidas para así obtener una producción de manera eficiente, rápido y limpio para comenzar a construir la sostenibilidad de los diferentes cultivos como validación de las estrategias que aplican los agricultores. Se proyecta que estos hongos permitan brindar soluciones a los múltiples problemas que tiene la agricultura, aunque no se tiene los mismos efectos en todos árboles ni en todas las agroclimáticas (Aguirre et al., 2021).

La utilización de los hongos micorrizicos arbusculares en plantas de especies frutales, se tiene que sus resultados son frutales para lograr de manera éxitos el cultivo de las papayas y aguacates, asimismo, lograr efectuar una gran escala de nivel biotecnológico en el ámbito comercial; aunque, también se ha

expuesto que se encuentra limitado sólo a la sostenibilidad de las fruticulturas que tiene en algunos cultivos de frutales (Aranguren et al., 2020).

## **Clasificación**

### **Endomicorrizas**

En este tipo de micorrizas se caracteriza por que la estructura del hongo que tiene apariencia a una raíz ingresa entre las células corticales de las raíces o dentro de las mismas. Se ha identificado que tiene la presencia en el 95% de las especies de plantas del mundo y son conocidas como micorrizas VAM o micorrizas vesículoarbusculares por cuanto no cuentan con un manto externo. Además, están formadas por las familias *Glomaceae*, *Gigasporaceae* y *Acaulosporaceae* (Dago et al., 2023).

### **Ectomicorrizas**

En esta clasificación indica que la estructura del hongo con apariencia de raíz recubre a la raíz a través de la forma de un manto protector. Estas hifas del hongo se presentan en la carencia de penetración de las raíces; por lo que, se establece sobre y entre las separaciones que tiene la raíz. Usualmente, se ha identificado su aplicación con el propósito de efectuar la reforestación de zonas que se encuentran degradadas y así promover el crecimiento y productividad de diferentes árboles (Dago et al., 2023)

### **Cepas de micorrizas**

#### ***Rhizoglosum irregulare* BEG72**

Es una de las cepas que más se ha estudiado por cuanto se encuentra en la capacidad que tiene para promocionar el crecimiento de las plantas y con el propósito de lograr garantizar la eficacia, esto a consecuencia del dinamismo que se tiene para asegurar la absorción de manera eficiente de los nutrientes de los suelos. Además, se ha comprobado su versatilidad en diferentes cultivos de interés alimentario, farmacéutico entre otros (Pandita et al., 2022).

### ***Claroideoglomus claroideum***

Se ha identificado que esta cepa tiene la posibilidad de efectuar adaptaciones que tiene esta cepa de micorrizas en condiciones de salinidad con un efecto positivo en especies ornamentales. Esta cepa también es considerada como un factor fundamental en el desarrollo de alto rendimiento en las diferentes morfo especies y géneros que puede tener la capacidad de micorrizas en la contribución de micronutrientes en las *Glomeromycota* (Reyes et al., 2021).

### ***Glomus cubense***

Se ha identificado que esta cepa puede ser aplicado mediante tres presiones de hidrostática, por lo que, se identificó que se tuvo un efecto directo en el crecimiento y desarrollo que pueden tener las plantas de acuerdo con su diámetro de las hifas de la cepa para así poder incrementar el volumen de absorción que tiene el sistema radical y así poder potenciar la eficiencia sobre el agua que es absorbida y así de los nutrientes que tiene baja movilidad (Mujica et al., 2018).

### ***Rhizoglomus intraradices***

Se ha identificado que esta cepa permite que se obtenga una colonización aplicado de manera amplia en el sistema radical que tiene la plantación de maíz desde las diferentes etapas conformada desde las diferentes etapa que tiene para el inicio desde su desarrollo y con el objetivo de promover el mayor rendimiento y crecimiento que se va a tener con la aplicación cualquier dosis de fertilizantes a nivel químico y esto permite que se aumentó la concentración que se puede tener de Nitrógeno y Proteína en cuanto a los tejidos vegetales y en el grano (Aguirre et al., 2019)

### ***Funneliformis mosseae***

Se ha identificado como una especie de micorrizas de distribución mundial y conocido por cuanto se encuentra conformado por tres capas y se caracteriza porque a menudo se puede combinar con otro huésped. Su estructura se

encuentra conformado por un color amarillo o amarillo dorado con un diámetro de 185 conformado por una capa de hialina y mucílogena (Jiménez et al., 2017).

## **Beneficios de la micorrización**

### **Para las plantas**

Entre los beneficios que se tiene para las plantas, se centra en optimizar la mejor absorción de manera esencial del nitrógeno, fósforo y nutrientes; además, puede permitir que se absorba de mejor manera del agua, para luego se permita el aumento de las plantas sobre la resistencia que se tiene por estrés hídrico y así aumentar la resistencia de los cultivos a los salinos (Ramírez et al., 2020).

### **Para el suelo**

Permite que se obtenga un mejoramiento de las diferentes condiciones que tienen los suelos como producto de la producción de glomalina; por ello, permite brindar una ventaja en la estabilización y mejora de la estructura de formación de agregados que permite lograr la protección contra la erosión, asimismo, permite que estos hongos logren tener trabajo armonioso con los microorganismos que promueven la eficiencia de las plantas (Ramírez, Peñaranda, Serralde, & Pérez, 2020).

## **Generalidades del arándano**

Conforme al Gobierno Regional de Piura (2022), los arándanos son bayas de forma redonda de entre 7 y 9 mm de diámetro, teniendo como característica una tonalidad negro-azulada, recubierta con pruina azul y un ribete en la parte superior, con sabor agridulce con un color vino, presentando arbustos desde pocos centímetros hasta de 2.5 metros, con hojas simples caducifolias, de forma entre ovalada y lanceolada

El arándano, de acuerdo con Álvarez et al. (2019), es una planta propia de climas templados y fríos, la cual crece entre los 600 y 2,500 metros sobre el nivel del mar, siendo que para su cultivo y producción se requiere de periodos horarios en los cuales la temperatura se ubique entre 1.4° C y 12.4° C, denominadas

horas-frío, siendo necesarias estas para que las plantas de arándanos puedan desarrollar sus brotes y florecer durante la primavera. Así, existen diversos requerimientos en cuanto horas-frío dependiendo de las variedades de plantas de arándanos existentes, así, por ejemplo, los arándanos de forma arbusto alto del sur requieren entre 150 a 800 horas-frío, mientras que la forma arbusto alto del norte requiere entre 800 y 1,200 horas-frío, o entre 300 y 600 horas frío para la forma ojo de conejo. Así mismo, se señala que principalmente existen 3 tipos de cultivo de arándano: los de elevado requerimiento de frío, necesitando más de 800 horas-frío; los de requerimiento medio, que necesitan entre 400 a 600 horas frío, y los de bajo requerimiento, siendo este menor a 400 horas frío.

A su vez, Frías et al. (2020), indican que la producción de arándanos requiere de pH ácido y elevada disponibilidad férrica en el suelo, así mismo, la plantación presenta alta sensibilidad a la salinidad y conductividad eléctrica del suelo, siendo que conductividades mayores a 1.5 dS/m causa efectos perjudiciales en raíces, desarrollo de la planta y frutos. Así mismo, sus frutos son altamente perecederos y se deterioran aceleradamente por causa de pérdida en firmeza de sus frutos, daños por microbios, la oxidación de sus tejidos, disminución de la humedad interna y detrimentos de origen mecánico, siendo que tras su cosecha, la calidad de los mismos se conserva entre 10 a 15 días, periodo después del cual su valor se ve reducido de manera considerable, llevando a que existan pérdida de hasta el 30% de la cosecha entre los procesos de conservación y almacenamiento.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Área experimental

##### 3.1.1 Ubicación

La presente investigación se llevó a cabo en el fundo “Guillermina” de la Familia Santisteban, ubicada en la finca – Solecape – Mochumí (entre los canales de regadío: Rama Suclupe y Rama recta Solecape) – Lambayeque. A una latitud: 6°26′00” S, Longitud: 79° 52′00” O, Altitud: 20 m.s.n.m. La parcela experimental estuvo ubicada en un área no cultivada del fundo, el experimento se instaló en un sistema semihidroponico o de contenedores con una densidad aproximada de 10´000 plantas por hectárea (distanciamiento de 2.5m x 0.40m).

#### Figura 1

Toma satelital del área que abarca el fundo “Guillermina”



Nota. Obtenido a partir de Google Earth-2023.

- Límites del fundo “Guillermina”
- Canales de regadío colindantes

### **3.1.2 Clima**

Respecto a los datos de clima de la presente investigación, fueron tomadas de la instalación meteorológica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Ubicada en la región Lambayeque, de esa manera a continuación se presentan los datos obtenidos de la mencionada estación meteorológica.

La temperatura máxima fue de 32.1 grados en el mes de febrero, y la mínima de 16.6 grados en el mes de agosto y septiembre con una fluctuación de 15.5 grados de diferencia.

La humedad relativa con mayor porcentaje de 79.5% se dio en el mes de mayo y el mínimo fue de 66% con una fluctuación de 13.5% de diferencia.

Por otra parte, la precipitación mínima fue de 0mm en los meses de agosto y septiembre del 2018 y la máxima precipitación fue de 23.9mm en el mes de febrero del 2019 con una fluctuación de 23.9mm de diferencia.

### **3.1.3 Sustrato**

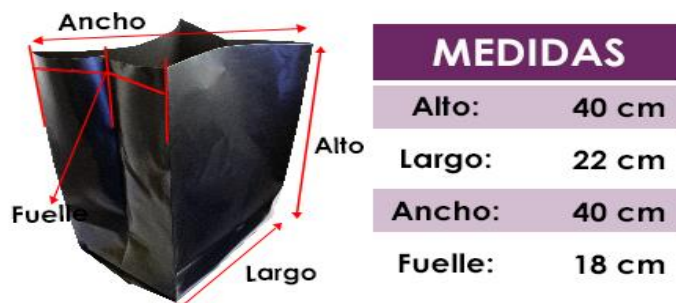
El experimento se realizó en un sistema de semihidroponía (macetas) con sustrato acidificado igual para todos los tratamientos, cuya composición fue 75% de cascarilla de arroz + 15% de chip de pino (como acidificante) + 10% de turba o materia orgánica, lo cual el pH fue de 6.5 y la C,E fue de 1.2 del sustrato para este cultivo la cual fue llenado en los contenedores de polietileno.

### **3.1.4 Contenedores**

Los contenedores fueron de polietileno con un espesor de 2mm, una capacidad de 40 litros, con las siguientes medidas:

**Figura 2**

Medidas



Nota. Elaboración propia

### 3.2 Material experimental

#### 3.2.1 Características botánicas y hortícolas del arándano 'Biloxi'

Wu et al. (2022), señala que la variedad Biloxi de arándanos se caracteriza por su crecimiento abundante y con frutos de elevada calidad y sabor agradable, los cuales están acostumbrados a climas relativamente cálidos, especialmente donde no se dan más de 150 horas frío, razón por la cual su cultivo se ha extendido en regiones tropicales, tales como México, Colombia, Perú y diversos países en regiones cálidas.

Así mismo, de acuerdo con Nunes et al. (2020), refiere que la cultivar Biloxi se caracteriza por plantas que crecen de manera erecta y muy vigorosa, presentando alta productividad en sus frutos, los cuales suelen ser de tamaño medio, con maduración precoz, color agradable, sabor y firmeza.

*Vaccinium corymbosum* es rico en polifenoles, incluidas 27 antocianinas distintas, antocianinas (delfinidina, cianuro, petunidina, peonidina y malvidina), flavonoles (quercetina, isoquercetina y rutina), derivados oligoméricos de flavan-3-oles (procianidina A2, procianidina B1, y procianidina B2), flavan-3-oles, ácidos hidroxicinámicos (catequina, epicatequina y galato de epicatequina), ácido gálico y procatechualdehído. La quercetina es el flavonoide más abundante (Matías-Reyes et al., 2023)

### 3.3 Procedimiento experimental

#### 3.3.1 Tratamientos

Los tratamientos hacen referencia a los diversos procedimientos y condiciones, cuyos resultados van a ser sometidos a medidas y comparaciones, de esa forma un tratamiento se ejemplifica como una condición modificada de las condiciones normales las cuales son aplicadas a una determinada unidad experimental (Condo y Pazmiño, 2015).

**Tabla 1**

Tipo de micorrizas y dosificación de plantas empleadas

Tratamiento	Producto	Dosis de micorrizas/aplicación /planta	Dosis producto/ha
T – 1	Testigo sin aplicación de micorrizas.	—	—
T – 2	Endomicorrizas.	0.37 ml.	3.7 Lt.
T – 3	Ectomicorrizas.	0.37 ml.	3.7 Lt.
T – 4	Ericoides	0.37 ml.	3.7 Lt.

Nota. Elaboración propia.

Las micorrizas inoculantes para las 72 plantas de cada tratamiento se prepararon de la siguiente manera: se colocó 5 litros de agua en un recipiente (tina) a la cual se le agrego cada cepa de micorrizas, luego se removió durante cinco (05) minutos mezclando el agua con las micorrizas para posteriormente sumergir las raíces de las plantas en la solución durante dos (02) minutos antes de ser trasplantados en las macetas.

- Endomicorriza: *MycoApply* (*G. mosseae*, *G. aggregatum*, *G. intraradices* y *G. etunicatum*).
- Ectomicorriza: *Ectospor* (*trichoderma*)
- Ericoide: *Mycosoluciones* (*Hymenoscyphus ericae*).

### **Las endomicorrizas.**

Se diferencia de las ectomicorrizas en su estructura: las hifas del hongo no solo crecen dentro de la raíz de la planta, sino que también penetran las paredes celulares de la raíz y quedan encerradas en la membrana celular. Esto crea una relación simbiótica más invasiva entre el hongo y la planta (Ganugi et al., 2019).

### **Las ectomicorrizas.**

Están formadas por hongos basidiomicetos y ascomicetos con raíces de plantas de regiones templadas frías, incluidos abetos, pinos y alerces en bosques boreales y subalpinos, y robles y álamos en bosques caducifolios. El hongo, que es un simbiote obligatorio, forma un manto de hifas alrededor de la raíz y envuelve completamente la punta de la raíz, pero nunca ingresa al interior de las células (Ganugi et al., 2019).

### **Micorrizas ericoides**

Ericaceae es una gran familia de pequeñas plantas y arbustos que comúnmente crecen en suelos ácidos e infértiles. Las plantas ericáceas forman asociaciones simbióticas con hongos micorrízicos ericoides (ERM). Estas asociaciones se caracterizan por la formación de espirales de hifas intracelulares en la epidermis de la raíz y extensiones de hifas cortas desde la superficie de la raíz (Mu et al., 2021).

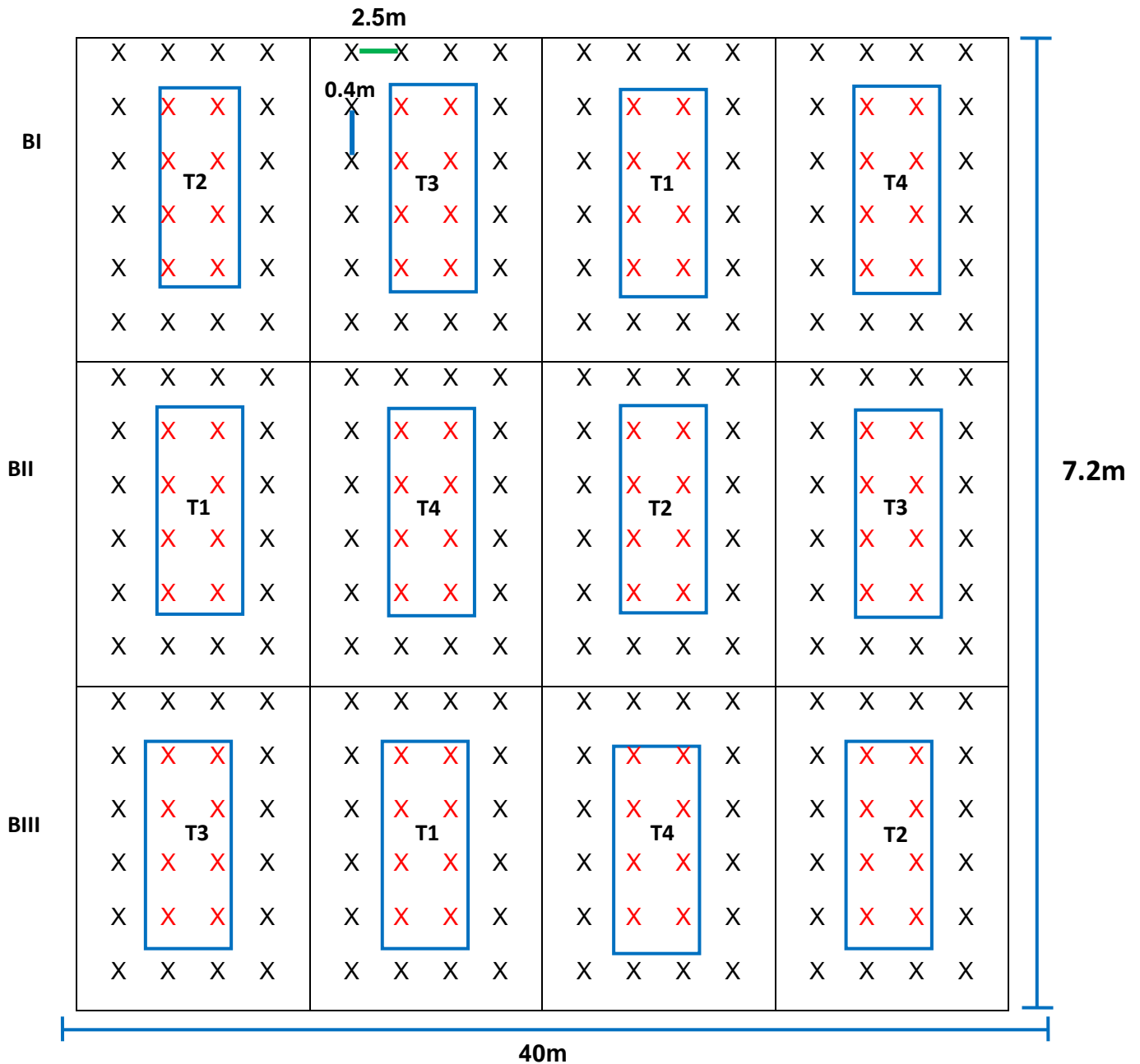
#### **3.3.2 Diseño experimental**

Completamente al Azar con tres repeticiones considerando un contenedor por unidad experimental

### 3.3.3 Croquis del área experimental

**Figura 3**

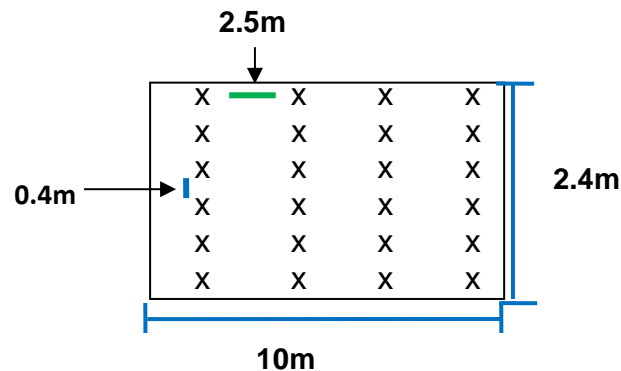
Croquis del área experimental



Nota. Elaboración propia

**Figura 4**

Parcela del área experimental



Nota. Elaboración propia

**X** = Plantas a evaluar

- Largo de parcela: 10 metros
- Ancho de parcela: 2.4 metros
- Distanciamiento entre hileras: 2.5 metros.
- Distanciamiento entre planta: 0.4 metros.
- Número de plantas por parcela: 24 unidades.
- Área de la parcela: 24m<sup>2</sup>.

### **3.4. Ejecución experimental**

#### **3.4.1 Llenado del sustrato a los contenedores de polietileno**

El Llenado del sustrato en los contenedores de polietileno fue de manera manual, cada contenedor con sustrato peso un promedio de 16kg, posteriormente se trasladaron al área definitiva donde se regó a goteo por un lapso de 2 horas para que se humedeciera el sustrato.

#### **3.4.2 Inoculación de los plantones**

El trasplante se dio posteriormente a la inoculación de las plantas con las diferentes cepas de micorrizas a los contenedores en campo definitivo.

Los plántones se les sumergió la raíz en la preparación de las micorrizas por un tiempo de 5 minutos cada plánton y posteriormente llevado al contenedor para ser trasplantado.

### **3.4.3 Trasplante**

El trasplante de los plántones de arándano a los contenedores se realizó según el siguiente procedimiento:

Cuando el sustrato ya estaba humedecido con la ayuda de la mano se realizó en el centro de los contenedores un hoyo de 15cm de profundidad y de 10cm de ancho en donde se enterró el plánton presionando sus alrededores y teniendo cuidado que las raíces no queden dobladas.

### **3.4.4 Etiquetado de las plantas por cada tratamiento**

El etiquetado o marcado de los diferentes tratamientos se realizó con cartulina detallando cada tratamiento con la cual se pueda darle el manejo correspondiente en el campo, y a la primera semana de cada mes se realizarían las mediciones y evaluaciones de nuestro experimento.

Las cartulinas donde se grabó los datos de cada planta tuvieron una medida de 5cm de ancho y 8cm de largo, la información registrada en las cartulinas fue: tipo de cultivar, número de tratamiento, número de planta y tipo de micorriza inoculada en dicha planta. Luego se grapó en cada bolsa.

### **3.4.5 Riegos**

Los riegos se realizaron diariamente aplicándose 10 minutos en la mañana y 10 minutos en la tarde, cada gotero tiene un caudal de 1.6 litros/hora, en cada planta estuvo rodeada por 2 goteros.

La cantidad de agua se obtuvo multiplicando el caudal/hora por gotero y posteriormente dividiéndolo con los minutos que tiene una hora.

La cantidad de agua se obtuvo multiplicando el caudal/hora por gotero y posteriormente dividiéndolo con los minutos que tiene una hora.

### 3.4.6 Fertilización

La fertilización se realizó vía fertirriego.

#### 3.4.6.1 Fórmula de fertilización del arándano utilizado.

Nitrógeno	Fosforo	Potasio
55.2Kg/Ha	20Kg/Ha	15.5 Kg/Ha

**Tabla 2**

Tabla de cálculo de fertilizante utiliza

	N, P, K	55.2 N	20 K	15.5 P	Kilogramos de Fertilizante
<b>Urea</b>	46-0-0	46.6	0	0	101.3
<b>Fosfato monoamónico</b>	11-52-0	4.23	20	0	38.46
<b>Nitrato de Potasio</b>	13-0-46	4.37	0	15.5	33.69

Nota. Elaboración propia

## Fraccionamiento y época de aplicación de los fertilizantes.

**Tabla 3**

Tabla de cálculo de fertilizante utilizado en diferentes momentos de aplicación en el cultivo.

Momento de la aplicación	Urea (CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O)	Fosfato monoamónico (NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )	Nitrato de potasio (KNO <sub>3</sub> )
<b>Al momento del trasplante</b>	30kg Urea (13.8 Kg N)	38.46 kg Fosfato Monoamónico (20Kg P)	-
<b>Poda de formación</b>	31.3kg Urea (14.39Kg N)	-	-
<b>Prefloración</b>	40kg Urea (18.4KgN)	-	33.69Kg Nitrato de Potasio (15.5KgK)

Nota. Elaboración propia

El Nitrógeno (N) se considera un elemento químico que permite mejorar la producción agrícola de manera cualitativa y cuantitativa, es fertilizante aumenta el área, expansión foliar y el grosor de las hojas de la planta, el buen suministro de N mejora el proceso fotosintético, incrementando la duración del área foliar para una mejor producción de biomasa y rendimiento del cultivo (Morales-Morales et al., 2019)

La fertilización se realizó vía fertirriego.

**Urea:** En la etapa de desarrollo vegetativo se aplicó urea (Nitrógeno) a una dosis de 101.3 kg de urea más el nitrógeno que nos aportó el nitrato de potasio lo cual sumo (55.2 Kg/ha de N).

La fertilización nitrogenada se realizó en tres (03) etapas del cultivo, lo que nos muestra que aplicamos 10.13gr de urea (4.66 gr/N) por planta.

El fosfato monoamónico (MAP) es una fuente de fósforo (P) y nitrógeno (N) ampliamente utilizada. En los últimos años. El MAP ha sido un importante fertilizante granulado por muchos años. Es soluble en agua y se disuelve rápidamente en el suelo si se presenta la humedad adecuada (Índice Internacional de nombres de plantas, 2019)

**Fosforo:** Se aplicó vía fertirriego (fosfato monoamónico 52%Py 11%N) disuelto en agua a dosis 38.5 kg/ha (20kg de P/ha), por otra parte, se aplicó vía foliares fertilizantes quelatizados como microelementos (25g/bomba mochila) y aminoácidos en dosis bajas (25ml/bomba mochila), dicha aplicación foliar se realizó desde trasplante hasta inicio de floración del arándano.

### **Fertilización en la etapa de producción**

El nitrato de potasio se considera uno de los fertilizantes que mejoran lograr asimilar las plantas ya que el N y el K pueden transportarse rápidamente por la acción que posee en nitrógeno nítrico lo cual ayuda a la inducción de las estructuras florales en la fecundación y transporte de carbohidratos (síntesis de proteínas) (Caiza, 2019).

**Potasio:** Estuvo dada a base de potasio (Nitrato de potasio 46% y 13N) ya que este producto es más soluble para ser utilizado vía fertirriego y más asimilable para las plantas, la dosis utilizada fue de 15.5gr NP/Planta (4.48gr de K/planta).

#### **3.4.7 Aplicaciones fitosanitarias**

El control fitosanitario se realizó de acuerdo a como se iban presentando las plagas y enfermedades en el cultivo, ya que es un cultivo nuevo donde se empleó un nuevo sistema de siembra y riego. A continuación, describiremos las plagas y enfermedades que se presentaron durante toda la ejecución del proyecto de investigación.

#### 3.4.7.1 Plagas:

La presencia y presión de las plagas dependió de la zona y/o valle donde se instaló el cultivo, ya que el ecosistema agrícola es un factor muy importante en la dinámica poblacional de las plagas y sus controladores biológicos.

**Mosca blanca:** es una plaga que se presentó durante el desarrollo vegetativo con presencia de brotes tiernos, la mosca causó daños como la succión de la savia de la planta y el posterior debilitamiento u marchitamiento de las hojas, esta plaga se presentó por la presencia de las diferentes malezas que se encontraron en los alrededores del campo.

**Control:** esta plaga fue controlada mediante trampas amarillas y la aplicación de productos a base de acetamepid.

**Trips:** esta plaga se presentó en las mismas condiciones que la mosca blanca principalmente en la etapa de desarrollo vegetativo con la presencia de brotes tiernos.

**Control:** esta plaga fue controlada mediante trampas amarillas y con la aplicación de productos a base de acetamepid o imidaclopid.

**Heliothis sp:** El adulto oviposita sus posturas en los brotes tiernos, son las larvas las que causan daños comiendo brotes, hojas, flores y frutos.

**Control:** esta plaga fue controlada mediante trampas de melaza con agua y las larvas con spinosad o emamectin benzoato.

#### 3.4.7.2 Enfermedades

##### ***Phytophthora cinnamomi* sp:**

Esta fue una de las enfermedades principales en el cultivo de arándano, se presentó posteriormente a la instalación del cultivo en campo definitivo, las plantas empezaron a tornarse de un color amarillo hasta llegar a todas las hojas y tornarse de un color rojizo el cuello del tallo y de color marrón oscuro o negras las raíces de la planta. El factor principal fue el exceso de agua por la retención

de mucha humedad en el sustrato y por la no aplicación de fungicidas preventivos y curativos después del trasplante del arándano.

**Control:** esta enfermedad principalmente se previno mediante un buen plan de riego para evitar el exceso u encharcamiento de las plantas. A su vez se aplicó fungicidas preventivos como el metalaxyl más mancozeb, sulfato de cobre pentahidratado o fosetil de aluminio ingredientes activos con los cuales trabajamos.

***Alternaria sp:***

Esta enfermedad se presentó en las hojas de la planta, debido a las condiciones ambientales de la zona como (lluvias, exceso de humedad) del momento en que se desarrolló la investigación y por el debilitamiento de ***Phytophthora sp.*** Que ya hacia presencia en dichas plantas con esta enfermedad.

**Control:** esta enfermedad se logró controlar mediante la aplicación de azoxystrobin más tebuconazole o iprodione.

***Pestalotiopsis spp:***

Para determinar este tipo de enfermedad en los arándanos, se analizaron muestras del cultivo en un laboratorio acreditado y en base ello se detectó que el cultivo presento ***Pestalotiopsis spp***, siendo una enfermedad que ataca a brotes nuevos generándoles la muerte instantánea, su sintomatología es similar a la de una muerte regresiva ocasionando manchas negras en los brotes.

**Control:** su control se realizó con la aplicación de prochloraz o en mezcla con metalaxyl y/o aplicando sulfato de cobre pentahidratado.

**Roya:**

Es la enfermedad foliar de mayor importancia ***Pucciniastrum vaccinii***, por lo tanto, es una enfermedad endémica y cuarentenada por SENASA, las muestras de hojas a el laboratorio arrojaron que se trataba de este tipo de

enfermedad foliar, frente a ello se tomó medidas drásticas para controlar las plantas afectadas y erradicar esta enfermedad en el cultivo. Las condiciones ambientales en ese entonces fueron -un factor muy importante para que se proliferara esta enfermedad ya que durante ese tiempo se presentaron precipitaciones constantes en esta región.

**Control:** Las medidas drásticas tomadas frente a las plantas afectadas con esta enfermedad fue podarlas todo eliminando así hojas y tallos, a su vez se recogió todas las hojas caídas para quemar todo ese material dañado. Posteriormente se realizó aplicaciones foliares continuas a toda la plantación con fungicidas como triazoles y estrobilurinas, mezclas de tres ingredientes activos azoxystrobin más tebuconazole y iprodione o metiram.

#### **3.4.8 Poda**

Se realizó una pequeña poda de formación, la cual permitió eliminar ramillas muy delgadas que debilitaban el crecimiento de las plantas y en un largo plazo reducían los niveles de producción del cultivo, en la poda no se eliminaron botones florales y se tomó como primera producción esa cosecha, aunque lo más recomendable era eliminar botones florales para no tener producción en el primer año hasta el segundo año de establecida la planta en campo.

Con una tijera de poda previamente desinfectada con una solución a base de hipoclorito de sodio (en 1 litro de agua se agregó 10ml de lejía), se cortaron las ramillas con las que llegaron de vivero y las ramas delgadas o enfermas, posteriormente de ser cortadas estas ramas se les aplicó pasta sanix a las heridas con un pincel número 06.

#### **3.4.9 Cosecha**

La cosecha se realizó manualmente una vez que la fruta tomó un color negro azulado rodeado de una cera blanquecina llamada pruina, todas las cosechas se realizaron en horas de la mañana (6am – 11am.) y se recolectó por separado planta por planta, los frutos se envasaron en diferentes envases de polietileno para que se logre medir el calibre de cada baya, peso de cada baya

medida por planta cosechada, para posteriormente evaluar el calibre, calidad y rendimiento del fruto. La recolección se realizó una vez por semana y nos duró 19 recolectadas de fruta en toda la campaña hasta que entro a poda de renovación.

### **3.5 Evaluaciones**

#### **3.5.1 Altura de la planta**

La medición de la altura de planta se realizó desde el límite más alta de los tejidos fotosintéticos principales de esa planta y el nivel del suelo, expresado en metros, para esta medición se utilizó una guincha métrica y la evaluación se realizó una vez al mes durante seis (06) meses, y dio pase a la etapa reproductiva iniciándose la floración, la última evaluación se dio (excluyendo las inflorescencias).

#### **3.5.2 Diámetro basal del tallo**

Este parámetro de crecimiento se evaluó sobre las plantas marcadas, se midieron mensualmente, para ello se utilizó un vernier o pie de rey, y la medición se expresó en milímetros (m.m).

#### **3.5.3 Número de hojas por planta.**

Para determinar la masa foliar de cada planta de arándano a evaluar se utilizó el método del conteo de hojas por cada rama o brote obteniendo una cantidad total de hojas por planta.

#### **3.5.4 Rendimiento en kg/ planta y kg/hectárea.**

Para evaluar estos parámetros de producción, se realizó desde el inicio hasta el final de la cosecha. Estas actividades se realizaron una vez por semana en campo y se anotaron los resultados en nuestras cartillas de evaluaciones respectivamente, se pesó cada baya cosechada en una balanza gramera y tomo nota de esos datos así sucesivamente hasta terminar la campaña de cosecha, con los datos obtenidos al final de la campaña se procedió a procesar los datos

para así determinar el rendimiento por planta y posteriormente llevar el rendimiento por hectárea.

#### **3.5.5 Calibre de baya**

El tamaño de cada baya se determinó con la ayuda de un vernier o pie de rey y; la unidad de medida fue en milímetros, en la medición se tomó el área transversal de cada baya a ser estudiada.

#### **3.5.6 Peso de baya**

Para el peso del fruto se utilizó una balanza gramera donde cada fruto después de ser medido paso a ser pesado y el valor del peso se anotó en las respectivas cartillas.

#### **3.5.7 Brix del fruto**

Para poder determinar los °Brix del arándano se utilizó muestras de fruta fresca recién cosechada (una muestra por cada tratamiento), las muestras fueron analizadas en los laboratorios de la facultad de química de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, por lo tanto para conocer el % brix de cada una de las muestras se utilizó como equipo el refractómetro, en consecuencia el análisis de los °Brix consistió extraer el zumo de cada fruta y colocar una gota en el lente del refractómetro, el cual nos arrojó los datos de los °Brix con la que se había cosechado la fruta.

#### **3.5.8 Acidez del fruto**

Para determinar el nivel de acidez del arándano, las muestras fueron analizadas en los laboratorios de la Facultad de química de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, para el análisis de las muestras se analizó tres (03) muestras de fruta por cada tratamiento, una (01) muestra por cada repetición del experimento.

La justificación para medir la acidez es que fue un parámetro de calidad de la fruta de arándano y es muy importante para determinar la relación sólidos

solubles totales (acidez titulable) o índice de madurez lo que nos determinara el balance del sabor de la fruta ya sea más dulce o ácido.

**Procedimiento:**

- Obtener el jugo del producto hortícola(fruta).
- Filtrar el jugo colocando una gasa en un embudo de filtración.
- Tomar 10 ml de jugo y colocarlos en un matraz Erlenmeyer de 125 ml. Este procedimiento se debe repetir tres veces.
- Añadir cuatro gotas de fenolftaleína.
- Colocar en una bureta, un volumen conocido de NaOH 0.1 N y titular la muestra hasta cuando se produzca un viraje al color rosa.
- Calcular el porcentaje de acidez presente en la muestra en base a la siguiente formula. Luego, llenar la tabla 4.

Fórmula para determinar acidez

$$\% \text{ acidez} = \frac{V \times N \times \text{meq}}{\text{Alícuota}} \times 100$$

En donde:

V = Volumen gastado de hidróxido de sodio (NaOH) 0.1 N.

N = Normalidad de la solución de hidróxido de sodio (NaOH).

Meq = miliequivalentes de ácido orgánico que se encuentra en mayor proporción en la fruta, 0.064 para el ácido cítrico, 0.067 para ácido málico y 0.075 para ácido tartárico.

Alícuota = 10 ml

### **3.5.9 Relación brix/ acidez**

Determinar la relación brix (sólidos solubles totales) en una característica clave para la determinación del sabor, textura y sensación del tacto de los segmentos del fruto. Consiste básicamente en la relación azúcar/ácidos que dan al fruto su sabor característico y ser expresa en relación a la unidad. Es también un indicador sensorial y comercial de madurez.

$$R^{B/A} = \text{Brix} / \text{Acidez}$$

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estas evaluaciones se realizaron un mes después del trasplante y se realizaron una vez por mes hasta el momento de entrada en floración de las plantas de arándano.

##### 4.1 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre la altura (cm.) de la planta de arándano.

Al aplicar el análisis de varianza para este parámetro se encontró significación estadística ( $F=2.85^*$ ), lo cual nos indicó que las cepas de micorrizas afectaron significativamente el crecimiento.

**Tabla 4**

Efecto de tres cepas de micorrizas sobre la altura de planta de arándano (cm) en el caserío Solecape, distrito Mochumi, provincia Lambayeque.

TRATAMIENTO	Altura de planta (cm)	
Ericoides	75.8	a
Endomicorrizas	66.2	b
Ectomicorrizas	64.2	b
Testigo	63.9	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

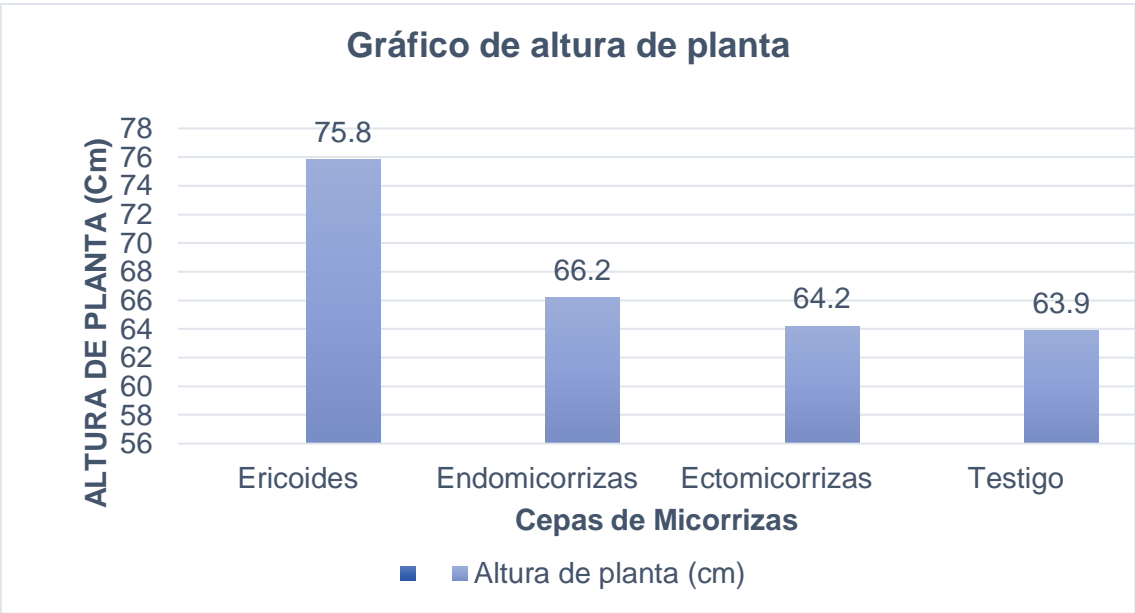
La tabla N° 5 indica que las micorrizas afectaron en tamaño de la planta y superaron al testigo, con la micorriza ericoides se obtuvo el máximo tamaño que fue 75.8 cm. El testigo obtuvo el último lugar con 63.9cm.

Los hallazgos, que indican un aumento notable en la altura de las plantas tratadas con micorrizas ericoides, están en concordancia con las investigaciones de Reyes (2020) quien investigó cómo la inoculación con micorrizas afecta el crecimiento de plantas, en este caso café, en la etapa de vivero, encontrando que el crecimiento de las plantas si se encuentra relacionado significativamente

con las micorrizas. Asimismo, Carrillo et al. (2022), destaco la capacidad de las micorrizas para mejorar la absorción de nutrientes y agua, lo cual es fundamental para el crecimiento de las plantas. Además, al comparar estos resultados con los hallazgos de García et al. (2023), se resalta la importancia de seleccionar cepas específicas de micorrizas para cada tipo de planta, dado que diferentes cepas pueden tener efectos variados en el crecimiento.

**Gráfico 1**

Efecto de tres cepas de micorrizas sobre la altura de la planta de arándano ‘Biloxi’, en el caserío Solecape, Mochumi, Lambayeque 2019.



Nota. Elaborado a partir del software estadístico Minitab.

#### 4.2 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el diámetro basal (cm) de la planta de arándano.

Al aplicar el análisis de varianza para este parámetro se encontró significación ( $F=2.31^*$ ), lo cual nos indicó que las cepas de micorrizas afectaron significativamente el desarrollo del diámetro basal de la planta.

**Tabla 5**

Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el diámetro basal (cm) de planta de arándano en el caserío Solecape, distrito Mochumi, provincia Lambayeque.

TRATAMIENTO	Diámetro basal (cm.)	
Ericoides	0.83	a
Ectomicorrizas	0.79	b
Endomicorrizas	0.75	b
Testigo	0.73	b

\*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

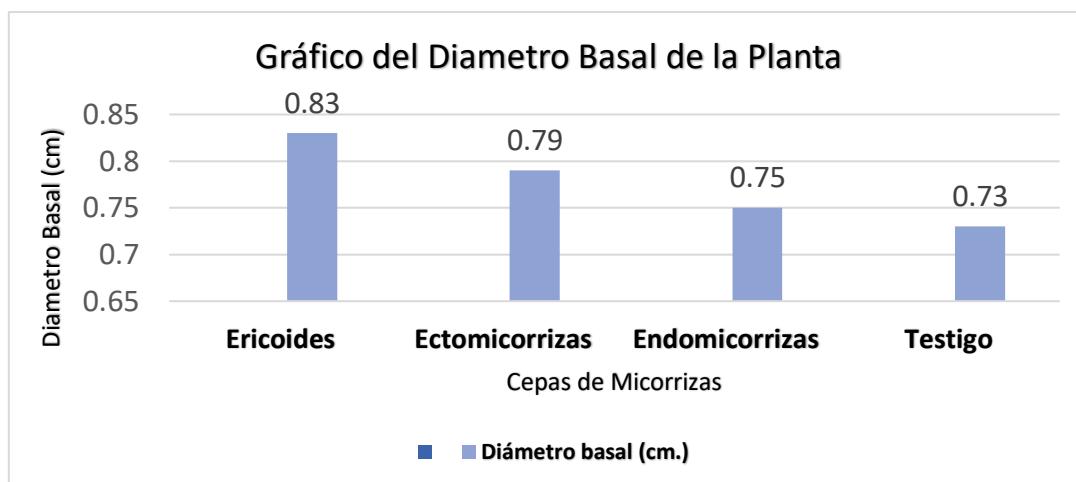
La tabla N° 6 nos indica que las micorrizas afectaron en el diámetro basal de la planta y superaron al testigo, con la micorriza ericoides se obtuvo el máximo diámetro basal que fue 0.83 cm. El testigo obtuvo el último lugar con 0.73cm.

Sobre el efecto de las cepas de micorrizas en el diámetro basal del arándano, aunque no muestra diferencias estadísticamente significativas ( $F=1.98$ ,  $p=0.218$  según el ANOVA), revela una tendencia positiva hacia un mayor diámetro basal en las plantas tratadas con micorrizas, especialmente con la cepa ericoide. Esta tendencia, aunque no concluyente, sugiere un posible impacto beneficioso de las micorrizas en el desarrollo estructural de las plantas de arándano, alineándose con las teorías de Soto et al. (2022) y Cué y Torres (2019) que destacan cómo las micorrizas pueden mejorar la tasa fotosintética y la absorción de nutrientes, conduciendo a un crecimiento más saludable y

robusto. A pesar de que todas las medias de diámetro basal se agrupan estadísticamente juntas, la ligera ventaja observada en las plantas tratadas con la cepa ericoide podría indicar una influencia positiva de las micorrizas en el crecimiento estructural de las plantas de arándano, sugiriendo que su aplicación podría ser un enfoque valioso para mejorar las características físicas del cultivo.

## Gráfico 2

Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el diámetro basal (cm) de la planta de arándano 'Biloxi', en el caserío Solecape, Mochumi, Lambayeque 2019



Nota. Obtenido a partir del software estadístico Minitab.

### 4.3 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el número de hojas del arándano.

Al aplicar el análisis de varianza para este parámetro se encontró significación ( $F=1.05^*$ ), lo cual nos indicó que las cepas de micorrizas afectaron significativamente en el número de hojas en la planta de arándano.

**Tabla 6**

Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el número de hojas (und.) en la planta de arándano en el caserío Solecape, distrito Mochumi, provincia Lambayeque.

TRATAMIENTO	Numero de hojas (unid.)	
Ericoides	467.3	a
Endomicorrizas	414.7	b
Ectomicorrizas	396	b
Testigo	395.7	B

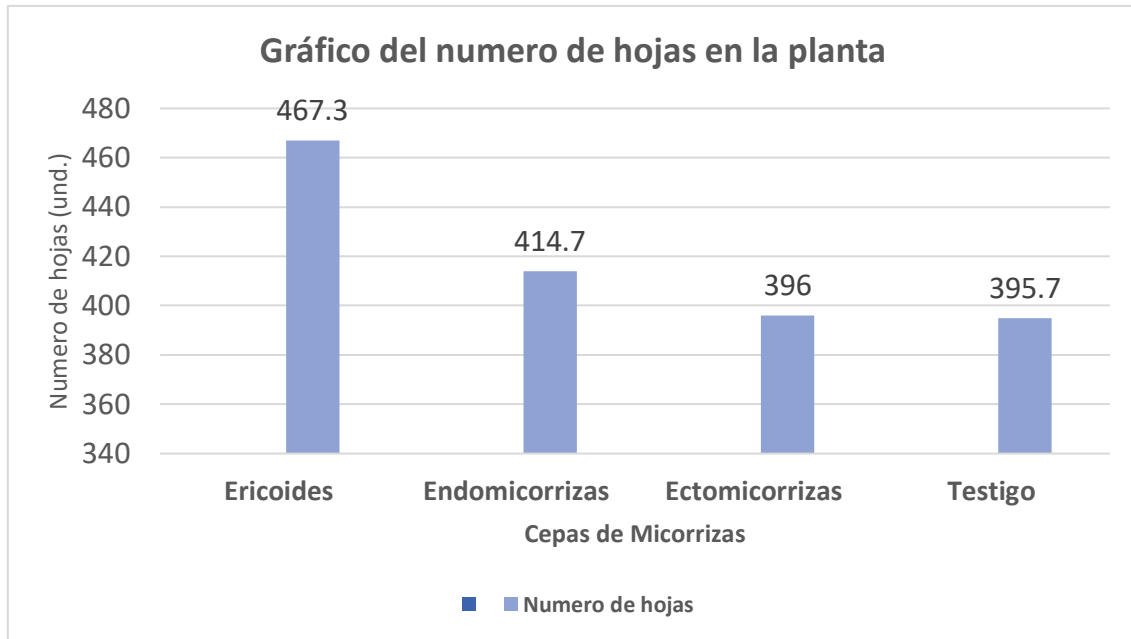
\*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

La tabla N° 7 nos indica que las micorrizas afectaron en el número de hojas de la planta y superaron al testigo, con la micorriza ericoides se obtuvo el máximo número de hojas que fue 467.3 hojas. El testigo obtuvo el último lugar con 395.7 hojas.

Este incremento se alinea con los hallazgos de Sepideh (2019) quien destacó que las micorrizas ericoides mejoran el crecimiento y la tolerancia a la sal en plantas ericáceas, sugiriendo un papel importante de estas micorrizas en la optimización del crecimiento vegetativo. La relación con las observaciones de Carrillo et al. (2022) es igualmente pertinente, debido a que estos autores resaltaron la importancia del intercambio de nutrientes entre las micorrizas y la planta, lo que podría explicar el aumento en el número de hojas. Las micorrizas facilitan una mejor absorción de nutrientes esenciales, como nitrógeno y fósforo, lo que a su vez puede traducirse en un mayor desarrollo foliar.

### Gráfico 3

Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el número de hojas (unid.) en la planta de arándano 'Biloxi', en el caserío Solecape, Mochumi, Iambayeque. 2019



Nota. Obtenido a partir del software estadístico Minitab.

#### 4.4 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el número de brotes (unid.) en la planta de arándano.

Al aplicar el análisis de varianza para este parámetro se encontró significación ( $F=11.00^*$ ), lo cual nos indicó que las cepas de micorrizas afectaron significativamente en el número de brotes en la planta de arándano.

**Tabla 7**

Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el número de brotes (unid.) de planta de arándano en el caserío Solecape, distrito Mochumi, provincia Lambayeque.

TRATAMIENTO	Numero de brotes (unid.)	
Ericoides	11.7	a
Ectomicorrizas	10	b
Testigo	10	b
Endomicorrizas	9.7	b

\*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

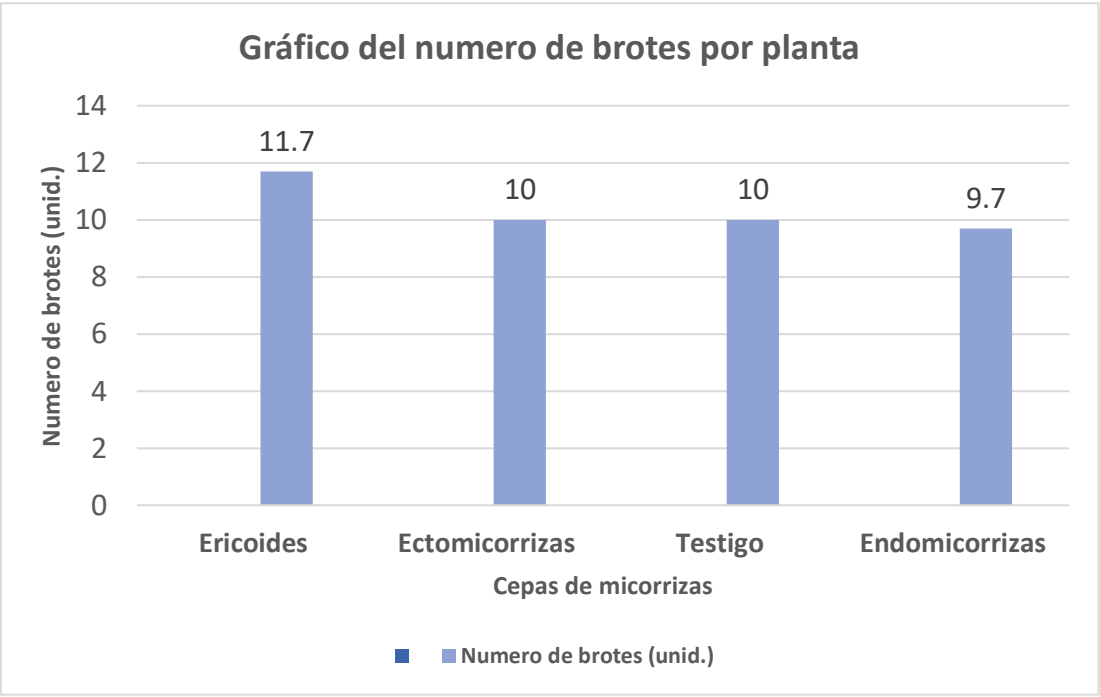
La tabla N° 8 nos indica que las micorrizas ericoides afectaron en el número de brotes de la planta y superaron en forma significativa a las otras cepas, con la micorriza ericoides se obtuvo el máximo número de brotes que fue 11.7 brotes. Mientras que en el tratamiento con endomicorrizas se obtuvo 9.7 brotes.

Este incremento se relaciona con los hallazgos de Luna et al. (2020), quienes observaron mejoras en el rendimiento de las papas tratadas con *Glomus Intraradices*, una micorriza arbuscular, sugiriendo que las micorrizas pueden tener un impacto positivo en el crecimiento vegetativo y el rendimiento de las plantas. Por otro lado, este resultado también se vincula con lo presentado por

Dago et al. (2023), quienes describen las endomicorrizas y su papel en el ingreso del hongo en las células corticales de las raíces, facilitando así un mejor intercambio de nutrientes y agua. Este tipo de interacción podría ser responsable del aumento en el número de brotes en las plantas de arándano 'Biloxi', ya que una absorción más eficiente de nutrientes y agua es fundamental para el desarrollo de nuevos brotes.

**Gráfico 4**

Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el número de brotes (unid.) en la planta de arándano 'Biloxi', en el caserío Solecape, Mochumi, Lambayeque 2019.



Nota. Obtenido a partir del software estadístico Minitab.

#### 4.5 Determinar el efecto de las tres cepas de micorrizas sobre el rendimiento de bayas de arándano (kg/planta).

Al aplicar el análisis de varianza para este parámetro se encontró significación ( $F=0.58^*$ ), lo cual nos indicó que las cepas de micorrizas afectaron significativamente en el rendimiento (kg/planta) de arándano.

**Tabla 8**

Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el rendimiento (kg/planta) del arándano 'Biloxi' en el caserío Solecape, distrito Mochumi, provincia Lambayeque.

TRATAMIENTO	Rendimiento (kg/planta)	
Ericoides	0.326	a
Testigo	0.258	b
Endomicorizas	0.255	b
Ectomicorizas	0.238	b

\*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

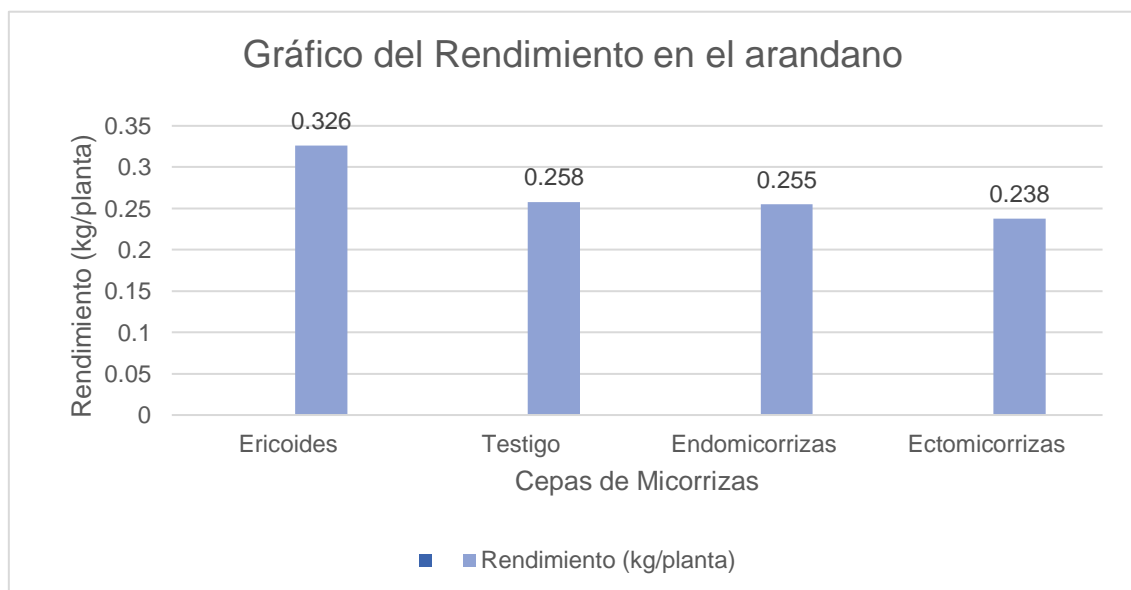
La tabla N° 9 indica que las micorrizas afectaron en el rendimiento de (Kg/planta) del arándano, con la micorriza ericoides se obtuvo el máximo rendimiento de 0.32 kg/planta; mientras que el menor rendimiento se obtuvo con las ectomicorizas con 0.23 kg/planta.

Esta producción promedio en nuestro trabajo de investigación en comparación con la producción promedio nacional que es 0.5kg es bajo y eso se debió a factores como uno de los componentes de el sustrato que fue la cascarilla de arroz por desconocimiento no se le dio el tratamiento correspondiente de lavado lo cual nos afectó en el rendimiento y la calidad de agua utilizada en los primeros meses no fue la adecuada.

Este patrón de rendimiento se relaciona con el estudio de Bernabé et al. (2021), quienes examinaron el impacto de distintas cantidades de inóculo de *Rhizophagus irregularis* en el crecimiento de maíz, destacando la influencia de la micorrización en el rendimiento de las plantas. Este vínculo sugiere que las cepas específicas de micorrizas podrían tener efectos diferenciados en la capacidad productiva de los arándanos. Por otro lado, la investigación de López (2020) sobre el uso de micorrizas en plantas de palto y su influencia en la producción de frutos proporciona un contexto útil para comprender cómo las micorrizas pueden afectar el rendimiento en distintos cultivos. Aunque el estudio se enfocó en una especie diferente, resalta la relevancia de las micorrizas en aspectos productivos. En el caso de los arándanos, las variaciones en el rendimiento por kg/ha entre los diferentes tratamientos micorrícicos resaltan la importancia de seleccionar la cepa más adecuada para optimizar la productividad.

### Gráfico 5

Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el rendimiento (kg/planta) en el arándano 'Biloxi', en el caserío Solecape, Mochumi, Lambayeque 2019.



Nota. Obtenido a partir del software estadístico Minitab.

#### 4.6 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el rendimiento (kg/ha) del arándano.

Al aplicar el análisis de varianza para este parámetro se encontró significación ( $F=0.58^*$ ), lo cual nos indicó que las cepas de micorrizas afectaron significativamente en el rendimiento (kg/ha) de arándano.

**Tabla 9**

Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el rendimiento (kg/ha) de arándano 'Biloxi' en el caserío Solecape, distrito Mochumi, provincia Lambayeque.

TRATAMIENTO	Rendimiento (kg/ha)	
Ericoides	3266.67	a
Testigo	2586.67	B
Endomicorizas	2556.67	B
Ectomicorizas	2386.67	B

\*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

La tabla N° 10 indica que las micorrizas afectaron en el rendimiento de (kg/ha) del arándano, con la micorriza ericoides se obtuvo el máximo rendimiento de 3266.67 kg/ha superado de forma significativa a las ectomicorizas; mientras que el menor rendimiento se obtuvo con las ectomicorizas con 2386.67 kg/ha.

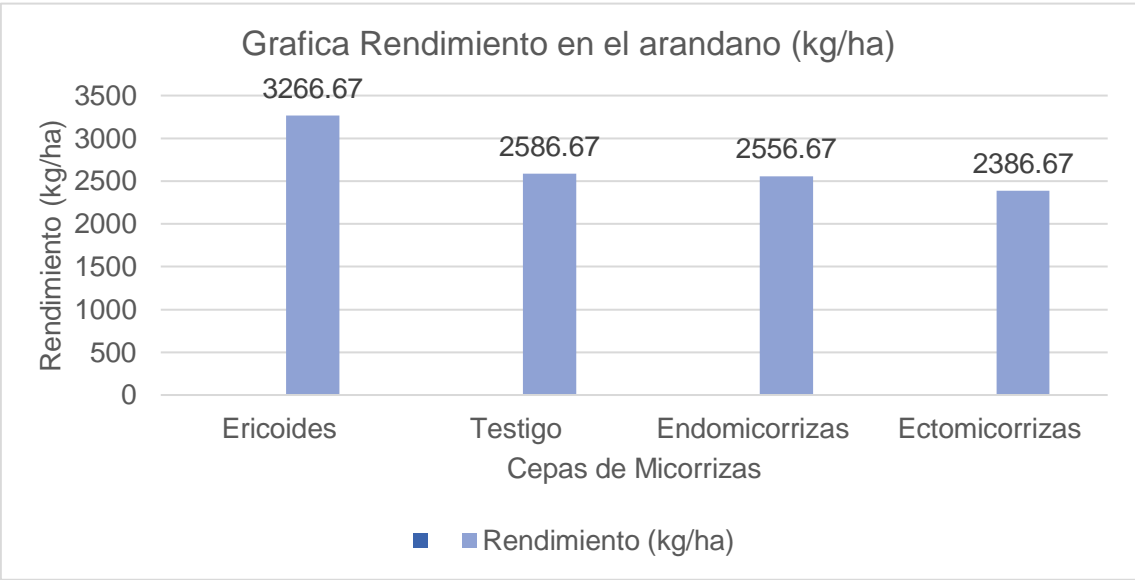
Estos rendimientos promedios obtenidos en nuestro trabajo de investigación comparándolo con el rendimiento promedio nacional es bajo y pudo ser por factores como la presencia de algunas enfermedades en la planta como *Pestalotiopsis spp*, *Phytophthora cinnamomi sp*, *Oidium sp*, entre otros. Causantes de una baja producción en las plantas de arándano.

Este resultado se puede analizar desde la perspectiva de López (2020), que investigó la eficacia de las micorrizas en plantas de palto y su impacto en la producción, ofrece un marco comparativo útil. Aunque centrado en otro cultivo,

el estudio de López subraya cómo las micorrizas pueden afectar positivamente la producción de frutos. En el caso de los arándanos, las diferencias en el rendimiento por kg/ha entre los tratamientos con micorrizas resaltan la importancia de elegir la cepa adecuada para maximizar la productividad.

**Gráfico 6**

Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el rendimiento (kg/ha) en el arándano ‘Biloxi’, en el caserío Solecape, Mochumi, Lambayeque 2019



Nota. Obtenido a partir del software estadístico Minitab.

#### 4.7 Efecto de tres cepas de micorrizas en el peso de la baya (g) del arándano.

Al aplicar el análisis de varianza para este parámetro se encontró significación ( $F=6.76^*$ ), lo cual nos indicó que las cepas de micorrizas afectaron significativamente en el peso de la baya (g) de arándano.

**Tabla 10**

Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el peso promedio (g) de la baya de arándano en el caserío Solecape, distrito Mochumi, provincia Lambayeque.

TRATAMIENTO	Peso de baya (g)	
Ericoides	2.6	a
Testigo	1.8	b
Endomicorrizas	1.8	b
Ectomicorrizas	1.7	b

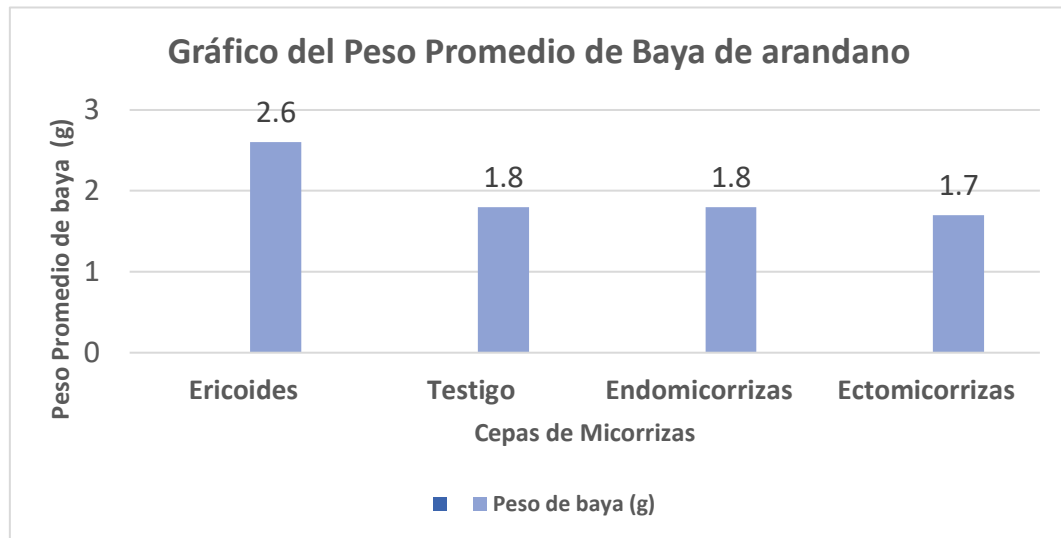
\*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

La tabla N° 11 indica que las micorrizas afectaron en peso de la baya de arándano y superaron en forma significativa a las ectomicorrizas, con la micorriza ericoides se obtuvo un peso que fue 2.6 g. Las ectomicorrizas obtuvieron el último lugar con 1.7 g.

Estos resultados pueden explicarse con el estudio de Guo et al. (2021), quien investigó la diversidad y efectividad de hongos micorrícicos en arándanos. Los resultados de este estudio sugieren una correlación entre la diversidad de hongos endófitos y su efecto en el crecimiento de la planta, lo que podría explicar el aumento en el peso del fruto observado con la cepa ericoides.

### Gráfico 7

Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el peso promedio (g) en la baya del arándano 'Biloxi', en el caserío Solecape, Mochumi, Lambayeque 2019



Nota. Obtenido a partir del software estadístico Minitab.

#### 4.8 Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el diámetro ecuatorial (cm) de la baya del arándano

Al aplicar el análisis de varianza para este parámetro se encontró significación ( $F=41.66^*$ ), lo cual nos indicó que las cepas de micorrizas afectaron significativamente en el diámetro ecuatorial de la baya (cm) de arándano.

**Tabla 11**

Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el diámetro ecuatorial (cm) de la baya de arándano en el caserío Solecape, distrito Mochumi, provincia Lambayeque.

TRATAMIENTO	Diámetro de la baya (cm.)	
Ericoides	1.61	a
Ectomicorrizas	1.51	b
Endomicorrizas	1.48	b
Testigo	1.47	b

\*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

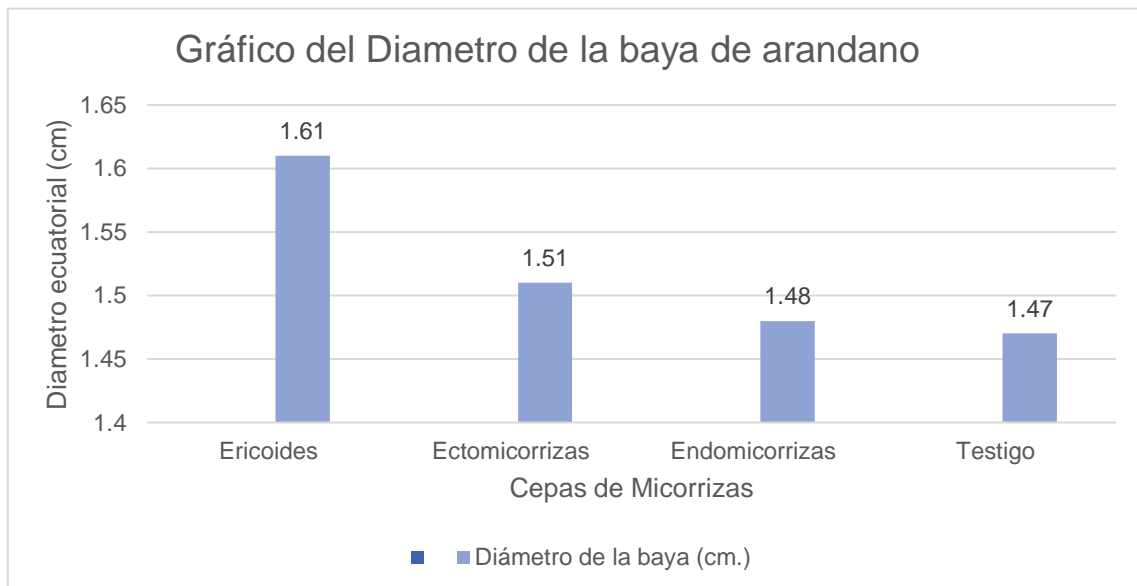
La tabla N° 12 indica que las micorrizas afectaron en el diámetro ecuatorial (cm) de la baya del arándano y superaron en forma significativa al testigo, con la micorriza ericoides se obtuvo el máximo diámetro que fue 1.61 cm. El testigo obtuvo el último lugar con 1.47 cm.

Este incremento en el diámetro del fruto puede ser interpretado a través del trabajo de Sepideh (2019), quien investigó los efectos de los hongos micorrízicos ericoides en el crecimiento y la tolerancia a la sal en arándanos, entre otros. Los

resultados sugieren que la micorriza ericoides puede no solo mejorar la tolerancia a condiciones adversas, sino también influir positivamente en el desarrollo físico de los frutos.

### Gráfico 8

Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el diámetro ecuatorial (cm) en la baya de arándano 'Biloxi', en el caserío Solecape, Mochumi, Lambayeque 2019.



Nota. Obtenido a partir del software estadístico Minitab.

#### 4.9 Efecto de tres cepas de micorrizas en los °Brix de la baya de arándano

Al aplicar el análisis de varianza para este parámetro se encontró significación ( $F=2.40^*$ ), lo cual nos indicó que las cepas de micorrizas afectaron significativamente en los grados brix de la baya (%) de arándano.

**Tabla 12**

Efecto de tres cepas de micorrizas sobre los grados brix (%) de la baya de arándano en el caserío Solecape, distrito Mochumi, provincia Lambayeque.

TRATAMIENTO	Grados brix (%)	
Ectomicorrizas	13.56	A
Testigo	12.86	b
Ericoides	12.40	b
Endomicorrizas	11.40	b

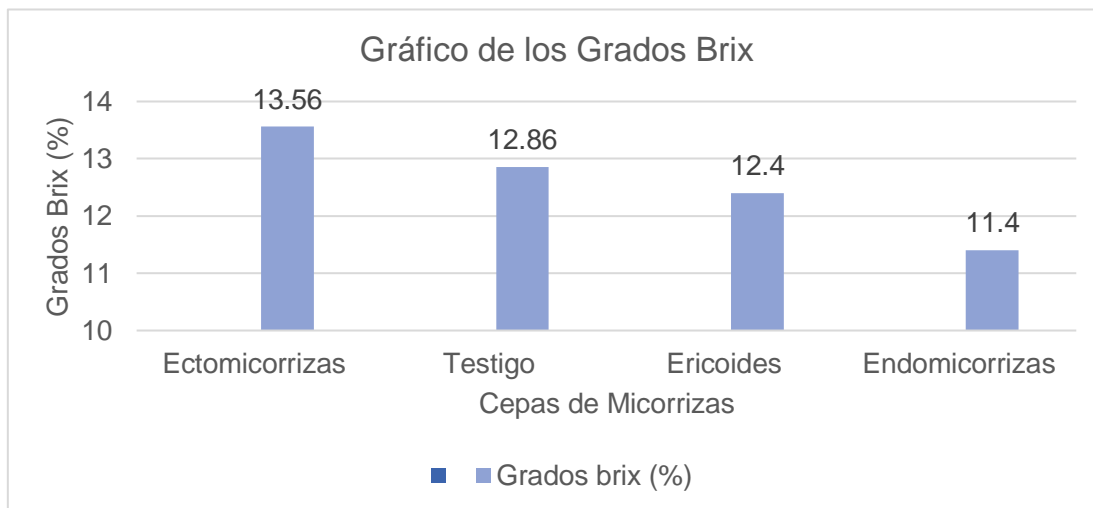
\*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

La tabla N° 13 nos indica que las micorrizas afectaron en los °Brix del arándano, con la micorriza ectomicorrizas se obtuvo el mayor índice de °Brix 13.56; mientras que el menor índice de °Brix se obtuvo con las endomicorrizas con 11.40.

Este resultado se asemeja al estudio de López (2020), quien resalta cómo las micorrizas pueden mejorar la absorción de nutrientes y la salud general de las plantas, lo que puede conducir a un mejor desarrollo de los frutos y, por ende, a una mayor concentración de azúcares naturales.

### Gráfico 9

Efecto de tres cepas de micorrizas sobre los grados brix (%) en la baya del arándano 'Biloxi', en el caserío Solecape, Mochumi, Lambayeque 2019.



Nota. Obtenido a partir del software estadístico Minitab.

#### 4.10 Efecto de tres cepas de micorrizas en la acidez (%) del fruto del arándano.

Al aplicar el análisis de varianza para este parámetro se encontró significación ( $F=2.47^*$ ), lo cual nos indicó que las cepas de micorrizas afectaron significativamente en la acidez de la baya (%) de arándano.

**Tabla 13**

Efecto de tres cepas de micorrizas sobre la acidez (%) de la baya de arándano en el caserío Solecape, distrito Mochumi, provincia Lambayeque.

TRATAMIENTO	Acidez de la baya (%)	
Ericoides	0.62	a
Ectomicorrizas	0.52	b
Testigo	0.43	b
Endomicorrizas	0.41	b

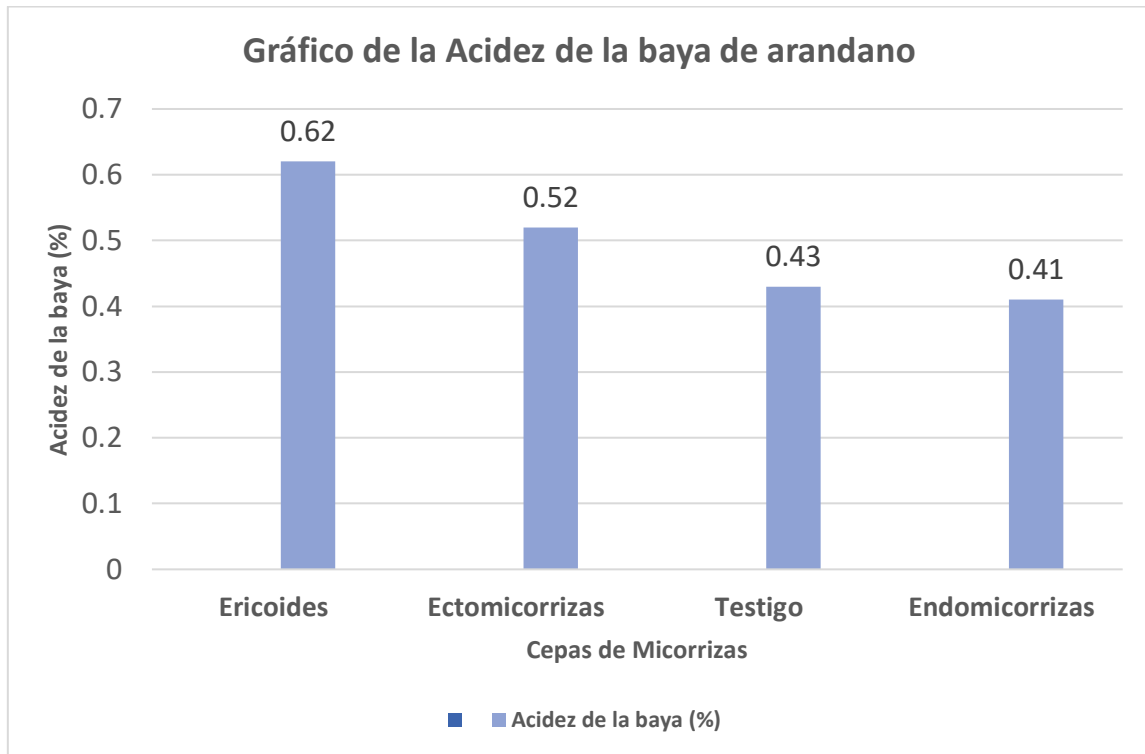
\*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

La tabla N° 14 indica que las micorrizas afectaron en la acidez de la baya del arándano, con la micorriza ericoides se obtuvo la mayor acidez de 0.62; mientras que la menor acidez se obtuvo con las endomicorrizas con 0.41.

Este resultado se alinea con el estudio de Sepideh (2019), que exploró cómo los hongos micorrizas ericoides afectan el crecimiento y la tolerancia a condiciones estresantes en los arándanos, sugiriendo que las micorrizas pueden influir en aspectos más amplios de la fisiología de la planta, incluyendo características de los frutos como la acidez. Por otro lado, los hallazgos de Wu et al. (2022) ayudan a comprender cómo las características intrínsecas de una variedad pueden interactuar con factores externos como las micorrizas, alterando así propiedades importantes de los frutos.

### Gráfico 10

Efecto de tres cepas de micorrizas sobre la acidez (%) en la baya de arándano 'Biloxi', en el caserío Solecape, Mochumi, Lambayeque 2019.



Nota. Obtenido a partir del software estadístico Minitab.

#### 4.11 Efecto de tres cepas de micorrizas en la relación °Brix/acidez (%) de la baya de arándano.

Al aplicar el análisis de varianza para este parámetro se encontró significación ( $F=2.14^*$ ), lo cual nos indicó que las cepas de micorrizas afectaron significativamente en la relación °brix/acidez (%) de la baya de arándano.

**Tabla 14**

Efecto de tres cepas de micorrizas sobre el °Brix/acidez (%) de la baya de arándano en el caserío Solecape, distrito Mochumi, provincia Lambayeque.

TRATAMIENTO	Acidez/°brix (%)	
Testigo	32.3	a
Endomicorrizas	28.2	b
Ectomicorrizas	26.4	b
Ericoides	20.4	b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

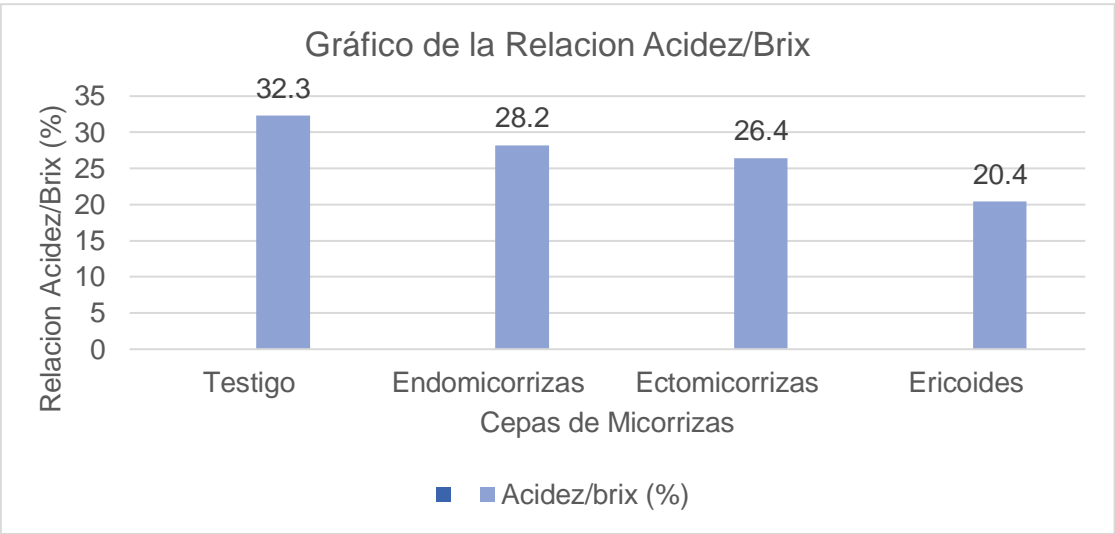
La tabla N° 15 indica que las micorrizas afectaron en la relación °Brix/acidez del arándano, con el testigo se obtuvo la mayor relación °Brix/acidez 32.3; mientras que la menor relación °Brix/acidez se obtuvo con las micorrizas ericoides con 20.4.

Estos resultados se asemejan a lo que plantea García et al. (2023), cuyo enfoque demuestra cómo ciertos microorganismos pueden modificar las correlaciones en las expresiones genéticas de las hormonas de las plantas. Esto pone de manifiesto la relevancia de una elección precisa de las cepas micorrícicas, no solo para aumentar la producción, sino también para realzar la

calidad de los frutos, considerando en particular sus características organolépticas.

**Gráfico 11**

Efecto de tres cepas de micorrizas sobre la acidez/brix (%) en la baya de arándano ‘Biloxi’, en el caserío Solecape, Mochumi, Lambayeque 2019.



Nota. Obtenido a partir del software estadístico Minitab.

## **V. CONCLUSIONES**

- Con la cepa de micorrizas ericoides se obtuvo en forma significativa los mayores niveles de crecimiento en cuanto a la altura de planta, diámetro basal, número de hojas y número de brotes. Por lo tanto, se concluye que las micorrizas son beneficiosas para el crecimiento general de las plantas de arándano, mejorando así su desarrollo vegetativo.
- Con la cepa de micorrizas ericoides se obtuvo en forma significativa los mayores niveles de producción en cuanto al rendimiento en kilogramos por planta, kilogramos por hectárea, peso de baya de arándano y diámetro ecuatorial de la baya de arándano. Por lo tanto, se concluye que la capacidad de las micorrizas es muy importante para mejorar el rendimiento en el cultivo de arándano.
- Con la cepa de ectomicorrizas se obtuvo en forma significativa los mayores niveles de grados brix, mientras que los niveles más altos de acidez se obtuvieron con las micorrizas ericoides. Por tanto, en la relación de ambos parámetros de calidad el tratamiento testigo obtuvo los mayores porcentajes de acidez y brix, mejorando así de una u otra manera las características organolépticas de la fruta.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda la integración de las cepas de micorrizas que demostraron ser más eficaces en el Caserío Solecape – Mochumi – Lambayeque en las prácticas agrícolas regulares. Dado que ciertas cepas mejoraron significativamente aspectos como la altura, el diámetro, el número de hojas y brotes de las plantas de arándano, se aconseja adoptar estas cepas específicas para fomentar un desarrollo vegetativo óptimo. Esto implica una aplicación cuidadosa y medida de las cepas de micorrizas identificadas como más beneficiosas, con el fin de aprovechar al máximo su potencial para mejorar el crecimiento y la salud general de las plantas de arándano en esta región específica.
- Se recomienda identificar y aplicar aquellas cepas que contribuyen significativamente a los parámetros de rendimiento, optimizando así no solo la cantidad sino también la calidad de las bayas de arándano. Esta aproximación debería ser complementada con un monitoreo regular para ajustar y afinar las estrategias de manejo en función de las respuestas observadas en los cultivos, garantizando de esta manera una producción de arándanos que no solo sea abundante, sino también de alta calidad.
- Se recomienda promover la capacitación y el intercambio de conocimientos entre los agricultores e investigadores sobre los beneficios y métodos de aplicación de las micorrizas, así como fomentar la investigación continua para explorar nuevas cepas y técnicas que puedan beneficiar aún más el cultivo de arándanos en el Caserío Solecape – Mochumi – Lambayeque. Estas prácticas podrían conducir a un desarrollo agrícola más sostenible, rentable y ecológicamente responsable.

## VII. REFERENCIAS

- Aguirre, J., Cadena, J., Velazco, M., & Avendaño, C. (2019). Influencia de *Rhizophagus intraradices* (Schenck & Sm.) Walker & Schüssler en el rendimiento de maíz. *Interciencia*, 44(5), 274-279.
- Aguirre, S., Piraneque, N., & Abaunza, C. (2021). Species with agroforestry-systems potential in the Magdalena state, Colombia. *Información tecnológica*, 32(5), 13-28. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000500013>
- Álvarez, A., Bugarín, R., & Arellano, M. (2019). Acumulación de horas frío para la producción de arándano en Nayarit, México | *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/2019>
- Aranguren, Y., Castellanos, L., & Escalante, J. (2020). Hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) en frutales de Colombia y su comparación con investigaciones internacionales: Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in Colombian fruit trees and their comparability with international research. *CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROPECUARIA*, 5(1), Article 1.
- Arias, J., Holgado, J., Tafur, T., & Vasquez Pauca, M. (2022). Metodología de la Investigación. El método ARIAS para hacer el proyecto de tesis.
- Bustamante, W. A. B., & Sánchez, M. S. M. (2022). Diseño experimental aplicado a ciencias agrarias y comerciales con ejercicios resueltos en Rstudio, infostat, minitab y SPSS. *Biblioteca Colloquium*. <https://www.colloquiumbiblioteca.com/index.php/web/article/view/99>
- Cai, B., Vancov, T., Si, H., Yang, W., Tong, K., Chen, W., & Fang, Y. (2021). Isolation and Characterization of Endomycorrhizal Fungi Associated with Growth Promotion of Blueberry Plants. *Journal of Fungi*, 7(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/jof7080584>

- Caiza Chicaiza, R. C. (2019). Inducción de floración y cosecha en la guayaba (*Psidium guajava*), mediante la aplicación de nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ) [bachelorThesis].  
<https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/29437>
- Carrillo, S., Puente, J., Montes, S., & Cruz, R. (2022). Las micorrizas como una herramienta para la restauración ecológica. *Acta botánica mexicana*, 129.  
<https://doi.org/10.21829/abm129.2022.1932>
- Chang, W., Wang, X., Yang, J., & Qin, T. (2023). An Improved CatBoost-Based Classification Model for Ecological Suitability of Blueberries. *Sensors*, 23(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/s23041811>
- Chapa, J., Salazar T, M. B., Kipp, S., Cai, H., & Huang, J.-Y. (2019). A comparative life cycle assessment of fresh imported and frozen domestic organic blueberries consumed in Indiana. *Journal of Cleaner Production*, 217, 716-723. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.237>
- Chavez, J., Lopez, L., España, M., Pedraza, M., Rebollar, Á., & Cárdenas, R. (2023). 24-Epibrasinólido (24-EBL) como inductor de enraizamiento de esquejes de arándano azul en diferentes sustratos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 14(1), 63-74.  
<https://doi.org/10.29312/remexca.v14i1.3115>
- Collantes, R., & Altamirano, J. (2020). Fincas productoras de arándano azul en Cañete, Lima, Perú. *Aporte Santiaguino*, 13(1), 9-25.
- Condo Plaza, L. A., & Pazmiño Guadalupe, J. M. (2015). *Diseño Experimental: En el desarrollo del conocimiento científico de las ciencias agropecuarias* (1a. ed). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Condori, P. (2020). Universo, población y muestra. <https://www.aacademica.org/cporfirio/18>

- Cué, J., & Torres, A. (2019). Las micorrizas arbúsculares: Su valoración en el marco de la agroecología. *Revista Alfa*, 3(9), Article 9. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v3i9.64>
- Dago, Y., Calzadilla, K., Redonet, M., & Suarez, A. (2023). Especies de hongos ectomicorrízicos en dos ecosistemas de la localidad Plan Café. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 11(1). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2310-34692023000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2310-34692023000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Embajadora de Perú en España. (2023). Perú, por cuarto año consecutivo, vuelve a ser el primer exportador mundial de arándanos. <https://www.gob.pe/institucion/embajada-del-peru-en-espana/noticias/737763-peru-por-cuarto-ano-consecutivo-vuelve-a-ser-el-primer-exportador-mundial-de-arandanos>
- Frías, C., Alejo, G., Bugarín, R., Aburto, C., Juárez, C., Urbina, E., & Sánchez, E. (2020). Concentración de la solución nutritiva y su relación con la producción y calidad de arándano azul. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3), Article 3. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol21\\_num3\\_art:1296](https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1296)
- Ganugi, P., Masoni, A., Pietramellara, G., & Benedettelli, S. (2019). A Review of Studies from the Last Twenty Years on Plant–Arbuscular Mycorrhizal Fungi Associations and Their Uses for Wheat Crops. *Agronomy*, 9(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/agronomy9120840>
- García, S., Beltrán, M., Villegas, H., Rebollar, Á., Martínez, M., & Carreón, Y. (2023). Hongos rizosféricos aislados de arándano y su efecto en el desarrollo de *Arabidopsis Thaliana* L. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 46(3), 263-263. <https://doi.org/10.35196/rfm.2023.3.263>
- Gobierno Regional de Piura. (2022). Arándanos, un nuevo impulso a la agroexportación en el Perú y en la región Piura. <https://www.gob.pe/institucion/regionpiura-drp/informes->

publicaciones/3636530-arandanos-un-nuevo-impulso-a-la-agroexportacion-en-el-peru-y-en-la-region-piura

- Goyes, J., & Rojas, Y. (2021). Estandarización de un protocolo para la propagación in vitro de *Vaccinium corymbosum* (arándano azul) empleando la técnica de inmersión temporal en biorreactores en el laboratorio de cultivo de tejidos vegetales LePlant de la ciudad de Ambato. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14791>
- Guo, X., Wan, Y., Shakeel, M., Wang, D., & Xiao, L. (2021). Effect of mycorrhizal fungi inoculation on bacterial diversity, community structure and fruit yield of blueberry. *Rhizosphere*, 19, 100360. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2021.100360>
- Indice Internacional de nombres de plantas. (2019). Fosfato monoamónico (Informe Fuentes de nutrientes específicos; p. 1). [http://www.ipni.net/publication/nss-es.nsf/0/5941C29125DA441485257BBA0059B952/\\$FILE/NSS-ES-09.pdf](http://www.ipni.net/publication/nss-es.nsf/0/5941C29125DA441485257BBA0059B952/$FILE/NSS-ES-09.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2023). Producción de arándano alcanzó 42 mil 40 toneladas en noviembre del año 2022. <https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-arandano-alcanzo-42-mil-40-toneladas-en-noviembre-del-ano-2022-14170/>
- Jiménez, I., Ramírez, M., Petit, B., Colmenares, C., & Parra, I. (2017). Efecto de hongos micorrízicos arbusculares y estiércol de bovino en el crecimiento inicial y pigmentación en *Capsicum frutescens* L. *Bioagro*, 29(2), 137-144.
- Ledea, J., Ray, J., Arias, R., Cruz, J., Rosell, G., & Reyes, J. (2018). Comportamiento agronómico y productivo de nuevas variedades de *Cenchrus purpureus* tolerantes a la sequía. *Agronomía Mesoamericana*, 29(2), 343-362. <https://doi.org/10.15517/ma.v29i2.29107>

- Martău, G. A., Bernadette-Emőke, T., Odocheanu, R., Soporan, D. A., Bochiș, M., Simon, E., & Vodnar, D. C. (2023). *Vaccinium* Species (Ericaceae): Phytochemistry and Biological Properties of Medicinal Plants. *Molecules*, 28(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/molecules28041533>
- Matías-Reyes, A. E., Alvarado-Noguez, M. L., Pérez-González, M., Carbajal-Tinoco, M. D., Estrada-Muñiz, E., Fuentes-García, J. A., Vega-Loyo, L., Tomás, S. A., Goya, G. F., & Santoyo-Salazar, J. (2023). Direct Polyphenol Attachment on the Surfaces of Magnetite Nanoparticles, Using *Vitis vinifera*, *Vaccinium corymbosum*, or *Punica granatum*. *Nanomaterials*, 13(17), Article 17. <https://doi.org/10.3390/nano13172450>
- Miao, X.-R., Chen, Q.-X., Niu, J.-Q., & Guo, Y.-P. (2022). The complete chloroplast genome of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum*). *Mitochondrial DNA Part B*, 7(1), 87-88. <https://doi.org/10.1080/23802359.2021.2009384>
- Morales-Morales, E. J., Rubí-Arriaga, M., López-Sandoval, J. A., Martínez-Campos, Á. R., Morales-Rosales, E. J., Morales-Morales, E. J., Rubí-Arriaga, M., López-Sandoval, J. A., Martínez-Campos, Á. R., & Morales-Rosales, E. J. (2019). Urea (NBPT) una alternativa en la fertilización nitrogenada de cultivos anuales. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(8), 1875-1886. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i8.1732>
- Mu, D., Du, N., & Zwiazek, J. J. (2021). Inoculation with Ericoid Mycorrhizal Associations Alleviates Drought Stress in Lowland and Upland Velvetleaf Blueberry (*Vaccinium myrtilloides*) Seedlings. *Plants*, 10(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/plants10122786>
- Mujica, Y., Dell'Amico, J., & Fernández, K. (2018). Evaluación de la infectividad de *Glomus cubense* en formulación líquida sometida a diferentes presiones hidrostáticas. *Cultivos Tropicales*, 39(4), 86-90.
- Niedbała, G., Kurek, J., Świdorski, B., Wojciechowski, T., Antoniuk, I., & Bobran, K. (2022). Prediction of Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) Yield

Based on Artificial Intelligence Methods. Agriculture, 12(12), Article 12.  
<https://doi.org/10.3390/agriculture12122089>

Nunes, F., Kiyoshi, O., Carvalho, M., Divino, E., Rodrigues, A., & Soares, G. (2020). Ecophysiology of the Southern Highbush blueberry cv. Biloxi in response to nitrogen fertigation. *Comunicata Scientiae*, 11, e3245-e3245.  
<https://doi.org/10.14295/cs.v11i0.3245>

Ochmian, I., Kozos, K., Jaroszewska, A., & Malinowski, R. (2021). Chemical and Enzymatic Changes of Different Soils during Their Acidification to Adapt Them to the Cultivation of Highbush Blueberry. *Agronomy*, 11(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010044>

Pandita, A., Kochar, M., Srivastava, S., Johny, L., & Adholeya, A. (2022). Diversity and Functionalities of Unknown Mycorrhizal Fungal Microbiota. *Microbiological Research*, 256, 126940.  
<https://doi.org/10.1016/j.micres.2021.126940>

Paniagua, C. (2023). Evaluación de la propagación de arándanos var. Biloxi (*vaccinium corymbosum* L.) por estacas, mediante el uso de hormonas (ana, ana+ aib) en el municipio de sopo cundinamarca. <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/4677>

Paria, M., & Terrones, R. (2021). Actividad antioxidante durante el pasteurizado de bebida a base de sanky (*corryocactus brevistylus*) y arándano" (*vaccinium myrtillus*). Repositorio Institucional - UNS. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3766>

Pathak, N., Grossi Bovi, G., Limnaios, A., Fröhling, A., Brincat, J.-P., Taoukis, P., Valdramidis, V. P., & Schlüter, O. (2020). Impact of cold atmospheric pressure plasma processing on storage of blueberries. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(8), e14581.  
<https://doi.org/10.1111/jfpp.14581>

- Perez, B., André, M., Öpik, M., Morlon, H., & Martos, F. (2020). Cheating in arbuscular mycorrhizal mutualism: A network and phylogenetic analysis of mycoheterotrophy. *New Phytologist*, 226(6), 1822-1835. <https://doi.org/10.1111/nph.16474>
- Pérez, R., Laca, A., Laca, A., & Díaz, M. (2022). Environmental behaviour of blueberry production at small-scale in Northern Spain and improvement opportunities. *Journal of Cleaner Production*, 339, 130594. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130594>
- Ramírez, M., Peñaranda, A., Serralde, D., & Pérez, U. (2020). Producción y aplicación de hongos formadores de micorrizas en vivero de caña para panela. En Editorial AGROSAVIA. Editorial AGROSAVIA. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403732>
- Reyes, J., Rivero, M., Solórzano, A., Carballo, F., Lucero, G., & Ruiz, F. (2021). Application of humic acids, chitosan and mycorrhizal fungus influence pepper growth and development. *Terra Latinoamericana*, 39. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.833>
- Rodríguez-Gálvez, E., Hilário, S., Lopes, A., & Alves, A. (2020). Diversity and pathogenicity of *Lasiodiplodia* and *Neopestalotiopsis* species associated with stem blight and dieback of blueberry plants in Peru. *European Journal of Plant Pathology*, 157(1), 89-102. <https://doi.org/10.1007/s10658-020-01983-1>
- Rojas-Flores, S., Benites, S. M., De La Cruz-Noriega, M., Cabanillas-Chirinos, L., Valdiviezo-Dominguez, F., Quezada Álvarez, M. A., Vega-Ybañez, V., & Angelats-Silva, L. (2021). Bioelectricity Production from Blueberry Waste. *Processes*, 9(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/pr9081301>
- Roman Llanto, N. S. (2022). Tres tipos de poda en arandano (*Vaccinium corymbosum* L. CV. Emerald) bajo condiciones de macrotunel y su influencia en los parámetros: Rendimiento, calibre, grados brix y firmeza, en la localidad de Caraz, 2492 M.S.N.M. Universidad Nacional Santiago

- Roncancio, R., Álvarez, J., & Molano, J. (2022). Efecto de la ciclodextrina en la calidad de frutos de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. Biloxi. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 16(3), Article 3. <https://doi.org/10.17584/rcch.2022v16i3.15398>
- Sandoval, Y., Tighe-Neira, R., Inostroza-Blancheteau, C., Soto-Cerda, B., & González-Villagra, J. (2024). Melatonin improves plant water status, photosynthetic performance, and antioxidant defense system in highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) plants subjected to drought stress. *Scientia Horticulturae*, 323, 112528. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112528>
- Soto, J., Pinto, J., & Millán, E. (2022). Micorrizas arbusculares y las técnicas de visión artificial para su identificación. *TecnoLógicas*, 25(54), Article 54. <https://doi.org/10.22430/22565337.2348>
- Wei, X., Zhang, W., Zulfiqar, F., Zhang, C., & Chen, J. (2022). Ericoid mycorrhizal fungi as biostimulants for improving propagation and production of ericaceous plants. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2022.1027390>

## VIII. ANEXOS

**Tabla 15.**

Datos recolectados de las muestras de arándano en laboratorio de química de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo para determinar el porcentaje de acidez.

<b>MUESTRA NUMERO</b>		<b>PESO DE FRUTA (g)</b>	<b>%BRIX</b>	<b>V NaOH 0.1 N (ml)</b>	<b>pH</b>	<b>% Acidez</b>
<b>BI</b>	<b>T2</b>	10.36	11.1	2.1	4	0.44303797
	<b>T3</b>	10.23	14.1	2.9	4	0.61181435
	<b>T1</b>	10.43	12.1	2.8	4	0.5907173
	<b>T4</b>	10.26	12.8	2.8	4	0.5907173
<b>BII</b>	<b>T1</b>	10.31	14.7	3.6	4	0.75949367
	<b>T4</b>	10.08	11.7	1.8	4	0.37974684
	<b>T2</b>	10.05	11	2.2	4	0.46413502
	<b>T3</b>	10.1	14.1	2.4	4	0.50632911
<b>BIII</b>	<b>T3</b>	10.08	12.5	2.1	4	0.44303797
	<b>T1</b>	10.1	11.8	2.5	4	0.52742616
	<b>T4</b>	10.16	12.7	1.6	4	0.33755274
	<b>T2</b>	10.32	12.1	1.6	4	0.33755274
<b>SUMATORIA TOTAL</b>		<b>122.48</b>	<b>150.7</b>	<b>28.4</b>	<b>48</b>	<b>0.96</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>10.21</b>	<b>12.5</b>	<b>2.4</b>	<b>4</b>	<b>0.50632911</b>

Nota. Elaboración propia.

**Tabla 16**

Datos meteorológicos observados durante la conducción experimental.

Solecape – Mochumí – Lambayeque, 2017 – 2019.

<b>AÑO/MES</b>	<b>TEMPERATURA</b>			<b>HUMEDAD RELATIVA</b>	<b>VELOCIDAD VIENTO</b>	<b>PRECIPITACIÓN</b>
<b>Data Time</b>	<b>Med</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>(%)</b>	<b>Km/h</b>	<b>(mm)</b>
DICIEMBRE 2017	22.1	29.01	17.7	77.8	1.2	0.004
ENERO 2018	23.5	31.1	18.5	76.1	0.9	0.2
FEBRERO 2018	24.7	32.1	19.6	74	0.8	0.03
MARZO 2018	23.5	31.0	19.2	73.7	0.8	0.01
ABRIL 2018	22.9	30.1	18.6	74.9	0.8	0.3
MAYO 2018	20.9	27.6	17.3	79.5	0.9	0.1
JUNIO 2018	19.9	22.5	17.3	71	1.0	0.1
JULIO 2018	19.7	22.6	16.8	71	0.9	0
AGOSTO 2018	19.8	23.0	16.6	72	0.7	0
SEPTIEMBRE 2018	20.0	23.4	16.6	72	0.9	0
OCTUBRE 2018	20.4	23.9	16.8	72	1.0	0.6
NOVIEMBRE 2018	21.8	25.3	18.4	75	1.0	1.3
DICIEMBRE 2018	23.7	27.3	20.0	71	0.9	4.5
ENERO 2019	25.8	29.6	22.0	66	1.0	0.2
FEBRERO 2019	27.3	31.0	23.6	67	0.9	23.9

Nota. Datos meteorológicos obtenidos a partir de la estación meteorológica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo durante el periodo 2017-2019.

Altura de planta de arándano (cm), después de la aplicación de tres cepas de Micorrizas. (n= 8 plantas / repetición).

**Tabla 17**

Tabla de cálculo de agua utilizado en el proyecto.

Número de plantas	Tiempo de riego diario	Caudal/hora por gotero	1 día (2 goteros)	5 días (2 goteros)	30 días (2 goteros)	365 días (2 goteros) m <sup>3</sup>
1planta	20 min.	1.6 lt	0.53 lt	1.06 lt	31.8 lt	0.38m <sup>3</sup>
288plantas	20 min.	1.6 lt	152 lt	305 lt	9´167 lt	111 m <sup>3</sup>
10´000 plantas	20 min.	1.6 lt	5´300 lt	10´600 lt	318´000 lt	3´ 869 m <sup>3</sup>

Nota. Elaboración propia

**Tabla 18**

Análisis de Varianza en la altura de la planta de arándano.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TRATAMIENTO	3	281.8	93.95	2.85*	0.105
Error	8	263.6	32.95		
Total	11	545.5			

Nota. Elaborado a partir del software estadístico Minitab.

**Tabla 19.**

Análisis de Varianza en el diámetro basal de la planta de arándano.

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
TRATAMIENTO	3	0.01949	0.006497	2.31*	0.153
Error	8	0.02253	0.002817		
Total	11	0.04202			

Nota. Elaborado a partir del software estadístico Minitab.

**Tabla 20**

Análisis de Varianza en el número de hojas en la planta de arándano.

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valorp</b>
TRATAMIENTO	3	10281	3427	1.05*	0.422
Error	8	26082	3260		
Total	11	36363			

Nota. Elaborado a partir del software estadístico Minitab.

**Tabla 21**

Análisis de Varianza sobre el número de brotes en la planta de arándano.

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
TRATAMIENTO	3	8.250	2.7500	11.00*	0.003
Error	8	2.000	0.2500		
Total	11	10.250			

Nota. Elaborado a partir del software estadístico Minitab.

**Tabla 22**

Análisis de Varianza en el rendimiento (kg/planta) del arándano.

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
TRATAMIENTO	3	0.01358	0.004527	0.58*	0.646
Error	8	0.06280	0.007850		
Total	11	0.07638			

Nota. Elaborado a partir del software estadístico Minitab.

**Tabla 23**

Análisis de Varianza en el rendimiento por (kg/ha) del arándano.

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
TRATAMIENTO	3	1358025	452675	0.58*	0.646
Error	8	6280267	785033		
Total	11	7638292			

Nota. Elaborado a partir del software estadístico Minitab.

**Tabla 24**

Análisis de Varianza en el peso (gr) de la baya de arándano.

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
TRATAMIENTO	3	1.6400	0.54667	6.76*	0.014
Error	8	0.6467	0.08083		
Total	11	2.2867			

Nota. Elaborado a partir del software estadístico Minitab.

**Tabla 25**

Análisis de Varianza en el diámetro ecuatorial de la baya del arándano.

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
TRATAMIENTO	3	0.037492	0.012497	41.66*	0.000
Error	8	0.002400	0.000300		
Total	11	0.039892			

Nota. Elaborado a partir del software estadístico Minitab.

**Tabla 26**

Análisis de Varianza en los °Brix de la baya de arándano

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
TRATAMIENTO	3	7.436	2.479	2.40*	0.144
Error	8	8.273	1.034		
Total	11	15.709			

Nota. Elaborado a partir del software estadístico Minitab.

**Tabla 27**

Análisis de Varianza en la acidez (pH) de la baya de arándano

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
TRATAMIENTO	3	0.08245	0.02748	2.47	0.137
Error	8	0.08918	0.01115		
Total	11	0.17163			

Nota. Elaborado a partir del software estadístico Minitab.

**Tabla 28**

Análisis de Varianza en la relación °Brix/acidez (%) de la baya de arándano

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
TRATAMIENTO	3	220.1	73.36	2.14*	0.173
Error	8	273.8	34.22		
Total	11	493.8			

Nota. Elaborado a partir del software estadístico Minitab.

Altura de planta de arándano (cm), después de la aplicación de tres cepas de Micorrizas. (n= 8 plantas / repetición).

<b>BLOQUE</b>	<b>TRATAMIENTO</b>	<b>ALTURA PLANTA</b>
I	1	66.6
I	2	72.8
I	3	69.1
I	4	83.5
II	1	64.8
II	2	66.9
II	3	58.9
II	4	73.6
III	1	60.5
III	2	58.9
III	3	64.6
III	4	70.3

Diámetro basal del tallo (cm) de plantas de arándano, después de la aplicación de tres cepas de Micorrizas. (n= 8 plantas / repetición).

BLOQUE	TRATAMIENTO	DIÁMETRO BASAL PLANTA
I	1	0.75
I	2	0.84
I	3	0.79
I	4	0.8
II	1	0.72
II	2	0.73
II	3	0.76
II	4	0.91
III	1	0.72
III	2	0.69
III	3	0.82
III	4	0.8

Número de hojas por planta de arándano, después de la aplicación de tres cepas de Micorrizas. (n= 8 plantas / repetición).

BLOQUE	TRATAMIENTO	HOJAS PLANTA
I	1	400
I	2	482
I	3	431
I	4	437
II	1	415
II	2	466
II	3	388
II	4	498
III	1	372
III	2	296
III	3	369
III	4	467

Número de brotes por planta de arándano, después de 157 días de la aplicación de tres cepas de Micorrizas. (n= 8 plantas / repetición)

BLOQUE	TRATAMIENTO	BROTOS PLANTA
I	1	10
I	2	10
I	3	10
I	4	12
II	1	10
II	2	10
II	3	10
II	4	12
III	1	9
III	2	9
III	3	10
III	4	11

Peso por (kg/ha) de arándano 'biloxi', después de la aplicación de tres cepas de Micorrizas. (n= 8 plantas / repetición).

BLOQUE	TRATAMIENTO	RENDIMIENTO KG/HA
I	1	0.323
I	2	0.178
I	3	0.21
I	4	0.443
II	1	0.293
II	2	0.346
II	3	0.329
II	4	0.256
III	1	0.16
III	2	0.243
III	3	0.177
III	4	0.281

Peso por (tn/Ha) del arándano 'biloxi', después de la aplicación de tres cepas de Micorrizas. (n= 8 plantas / repetición).

BLOQUE	TRATAMIENTO	RENDIMIENTO tn/Ha
I	1	3230
I	2	1780
I	3	2100
I	4	4430
II	1	2930
II	2	3460
II	3	3290
II	4	2560
III	1	1600
III	2	2430
III	3	1770
III	4	2810

Peso promedio (g) de cada fruto de arándano, a la cosecha, después de la aplicación de tres cepas de Micorrizas. (n= 8 frutos/planta; 8 plantas/repetición).

BLOQUE	TRATAMIENTO	PESO PROMEDIO FRUTO
I	1	2.1
I	2	1.7
I	3	1.4
I	4	2.3
II	1	1.9
II	2	1.8
II	3	1.8
II	4	3
III	1	1.4
III	2	1.9
III	3	1.8
III	4	2.5

Diámetro (mm) de fruto de arándano, a la cosecha, después de la aplicación de tres cepas Micorrizas. (n= 8 frutos/planta; 8 plantas/repetición).

MUESTRA	TRATAMIENTO	DIÁMETRO DEL FRUTO
I	1	1.46
I	2	1.47
I	3	1.52
I	4	1.63
II	1	1.49
II	2	1.48
II	3	1.52
II	4	1.63
III	1	1.47
III	2	1.49
III	3	1.51
III	4	1.58

Grado Brix de bayas de arándano, después de la aplicación de tres cepas de Micorrizas

MUESTRA	TRATAMIENTO	GRADOS BRIX
I	1	12.1
I	2	11.1
I	3	14.1
I	4	12.8
II	1	14.7
II	2	11
II	3	14.1
II	4	11.7
III	1	11.8
III	2	12.1
III	3	12.5
III	4	12.7

Acidez de bayas de arándano, después de la aplicación de tres cepas de Micorrizas

MUESTRA	TRATAMIENTO	ACIDEZ
I	1	0.591
I	2	0.443
I	3	0.612
I	4	0.591
II	1	0.38
II	2	0.464
II	3	0.506
II	4	0.759
III	1	0.338
III	2	0.338
III	3	0.443
III	4	0.527

Relación °Brix/acidez de las bayas de arándano, después de la aplicación de tres cepas de Micorrizas.

MUESTRA	TRATAMIENTO	BRIX/ACIDEZ
I	1	23.3
I	2	25.1
I	3	23
I	4	21.7
II	1	38.7
II	2	23.7
II	3	27.9
II	4	15.4
III	1	34.9
III	2	35.8
III	3	28.2
III	4	24.1

**Figura 5.**

Llenado del sustrato en bolsas de polietileno.



Nota. Elaboración propia

**Figura 6.**

Preparación de las micorrizas como medio de inoculación del arándano.





Nota. Elaboración propia

### Figura 7.

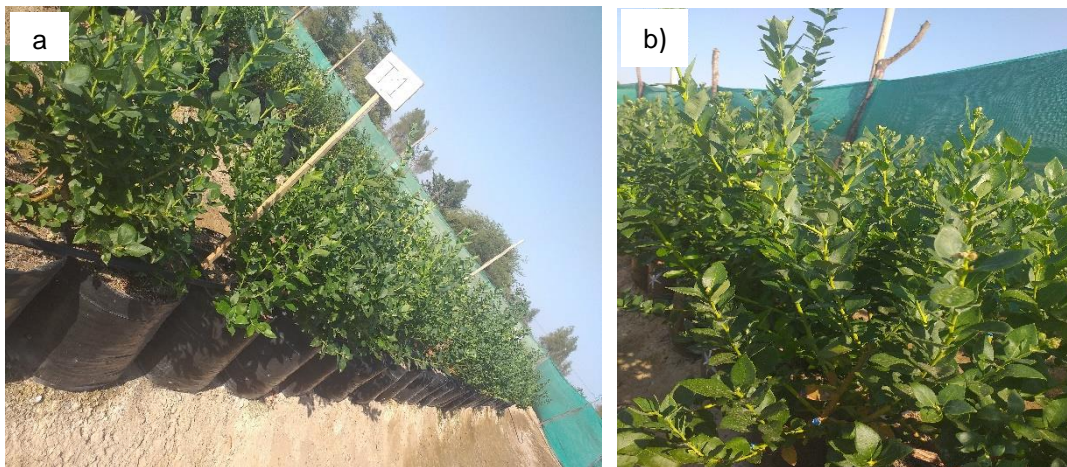
Trasplante de arándanos inoculados a campo definitivo.



Nota. En las imágenes de izquierda a derecha se observa lo siguiente: a) Trasplante de los arándanos en el área definitiva; b) Trasplante total de los arándanos en campo definitivo.

### **Figura 8.**

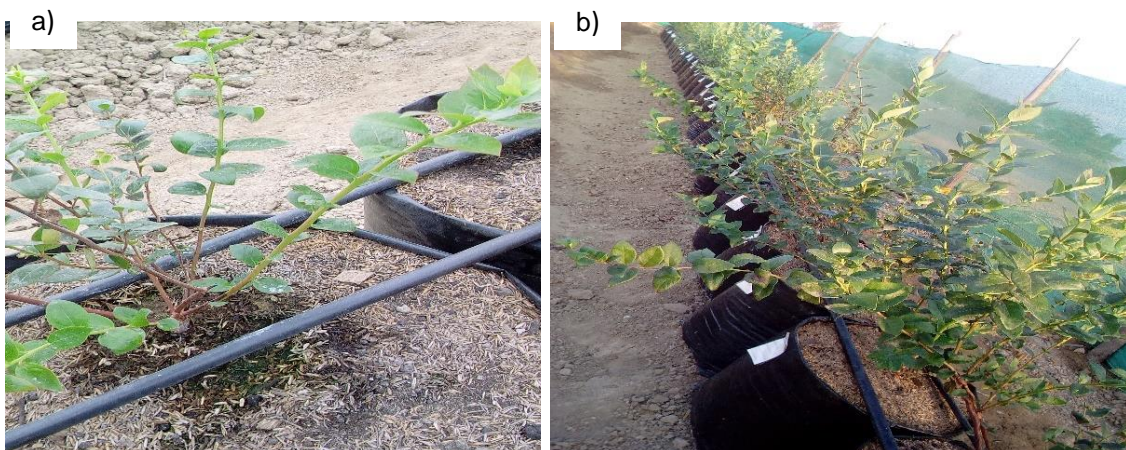
Etiquetado de macetas con sus respectivos tratamientos y repeticiones.



Nota. En las imágenes a) y b) de izquierda a derecha se observa el etiquetado de macetas con sus respectivos tratamientos y repeticiones

### **Figura 9.**

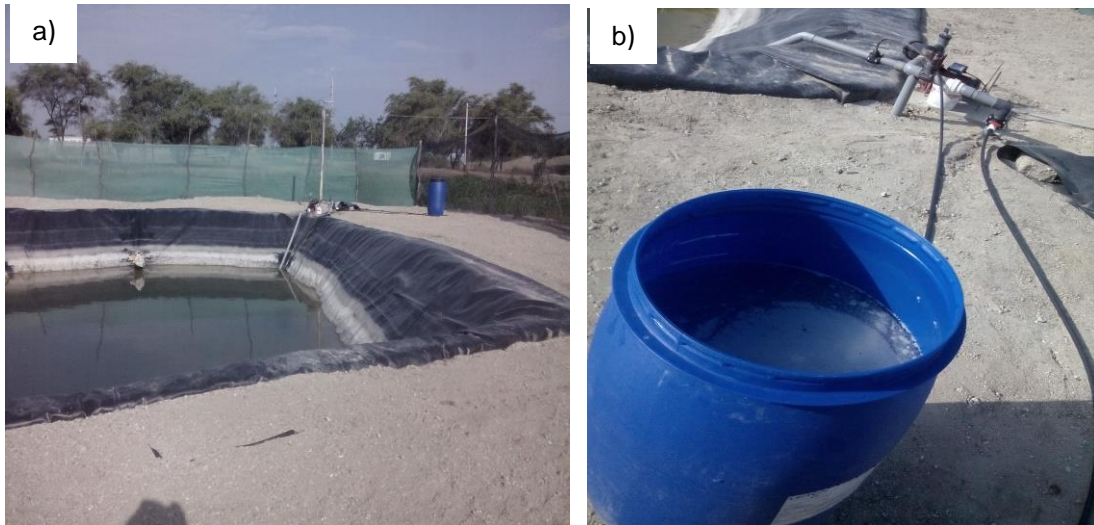
Instalación de riego por goteo en plantas de arándano



Nota. En las imágenes a) y b) de izquierda a derecha se observa el riego por goteo instalado al cultivo de arándano.

**Figura 10.**

Fuente de agua y sistema de fertirriego utilizados.



Nota. En las imágenes de izquierda a derecha se observa en la a) el reservorio desde donde se realizaba el riego y en la imagen b) se observa el sistema de fertirriego artesanal que se utilizó.

**Figura 11.**

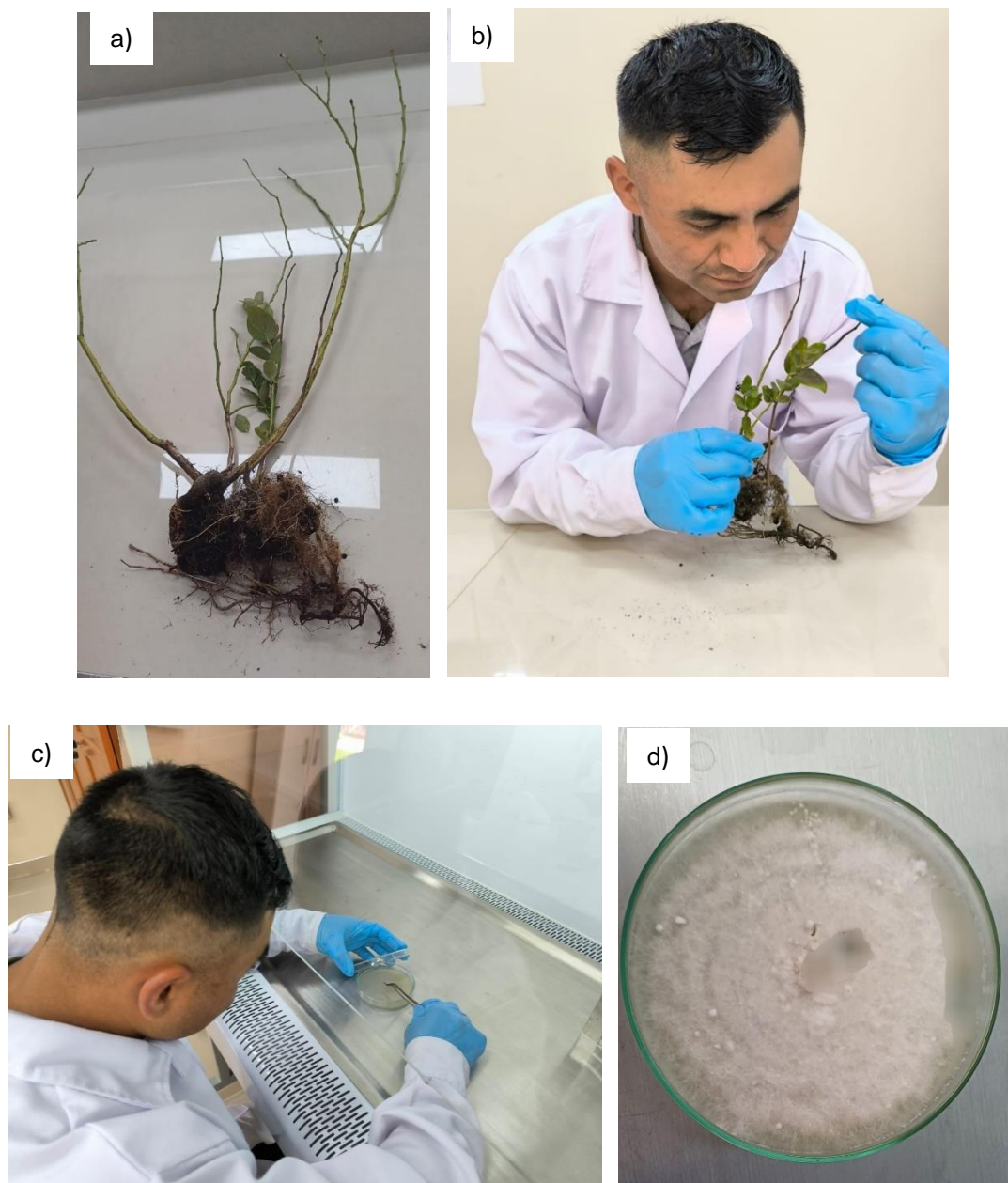
Pudrición causada por *Phytophthora cinnamomi* sp



Nota. En las imágenes de izquierda a derecha a) y b) se observa en la pudrición causada por *Phytophthora cinnamomi* sp. En las plantas del arándano.

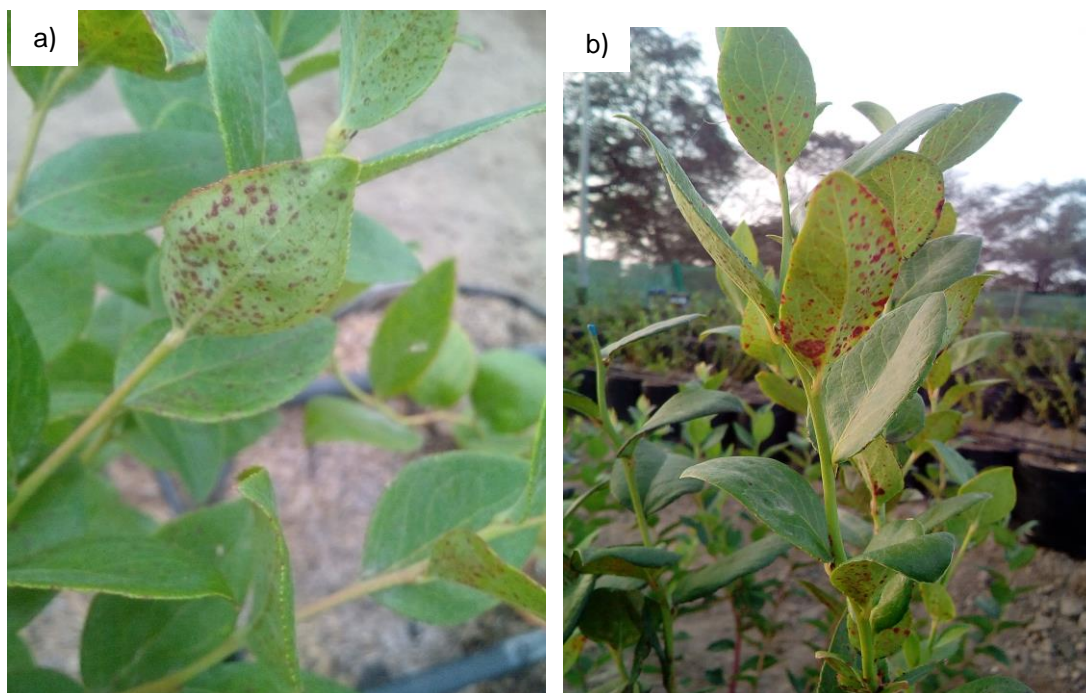
### Figura 12.

En laboratorio de la UNPRG fitopatología identificando enfermedades que afectaron el trabajo de investigación

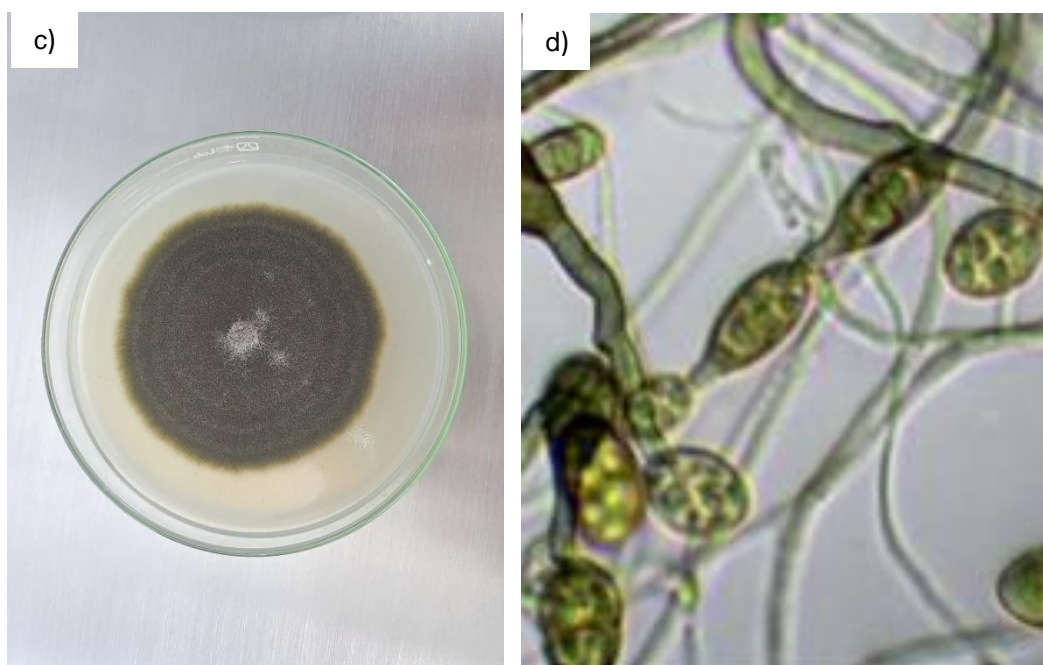


Nota: En las imágenes a), b), c) y d) se observa que muestras de plantas se llevaron a laboratorio de fitopatología de la UNPRG para la identificación de las enfermedades.

**Figura 13.**  
Signos de presencia de *Alternaria* spp.



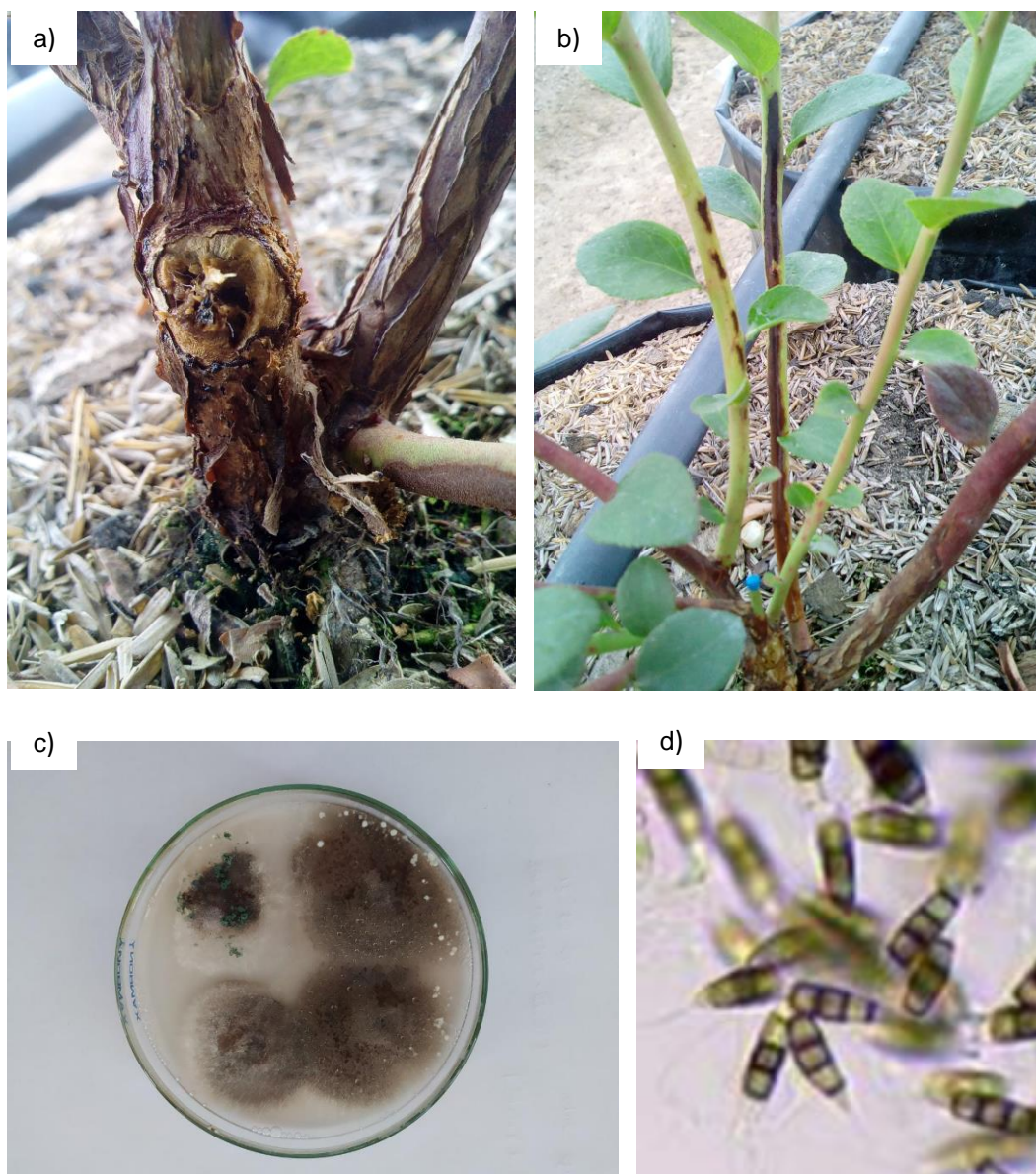
Nota. En las imágenes a) y b): Se observa la presencia de los signos de la enfermedad en las plantas.



Nota: En las imágenes c) y d) se observa que las muestras de plantas que se llevaron a laboratorio de fitopatología de la UNPRG se identificaron que es la presencia de *alternaria* spp.

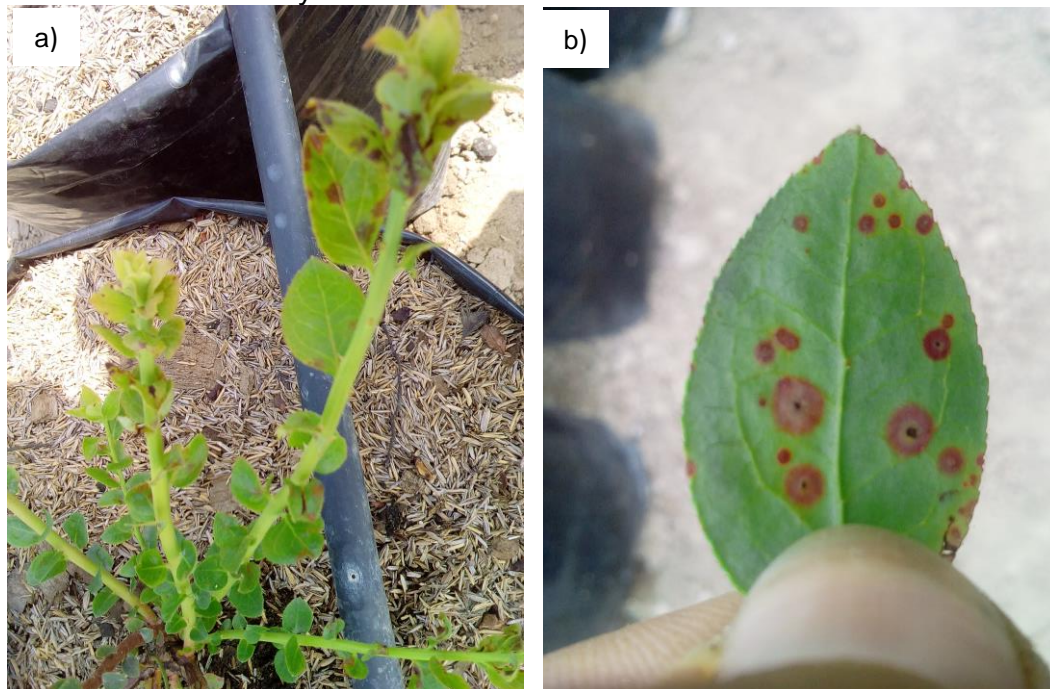
**Figura 14**

***Pestalotiopsis* spp**



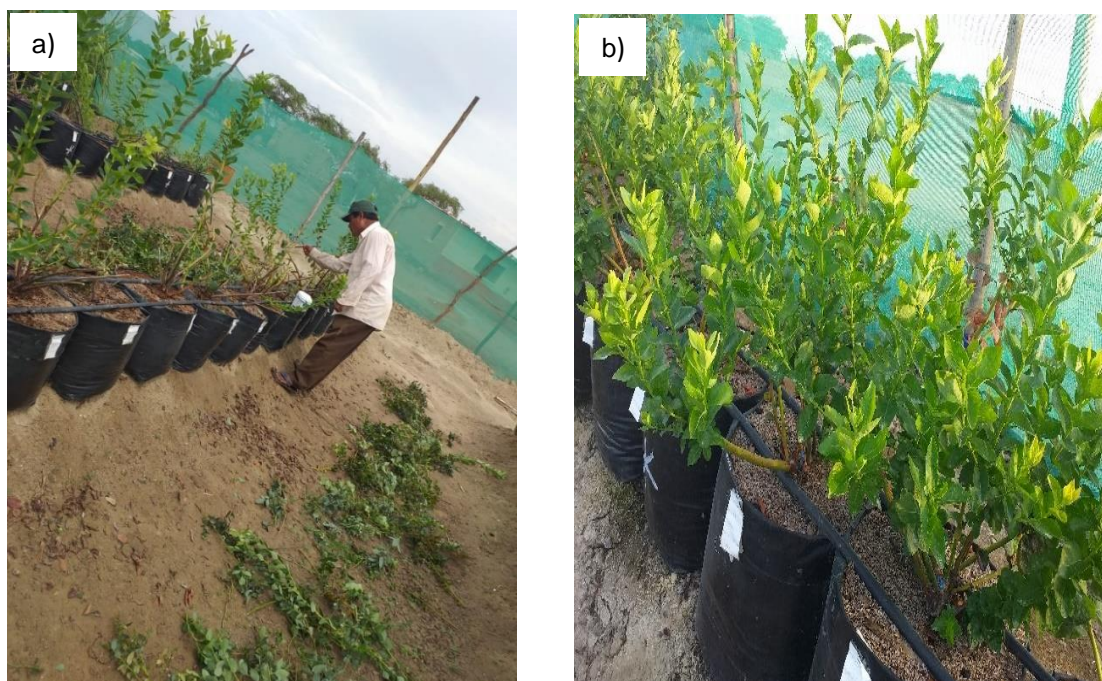
Nota. En las imágenes a) y b): Se observa los signos de la enfermedad mencionada en las plantas de arándano, mientras que en c) y d) se observa los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio.

**Figura 15.**  
Enfermedad de la roya en el arándano



Nota. En las imágenes a) y b): Se observa la presencia de los signos de la enfermedad en las hojas de las plantas de arándano.

**Figura 16.**  
Proceso de poda en las plantas de arándano “Biloxi”



Nota. En las imágenes a) y b): Se observa el cortado de las ramas de las plantas, así como también el sellado con pasta sanix y la formación que se logró en las plantas con dicha labor.

**Figura 17.**

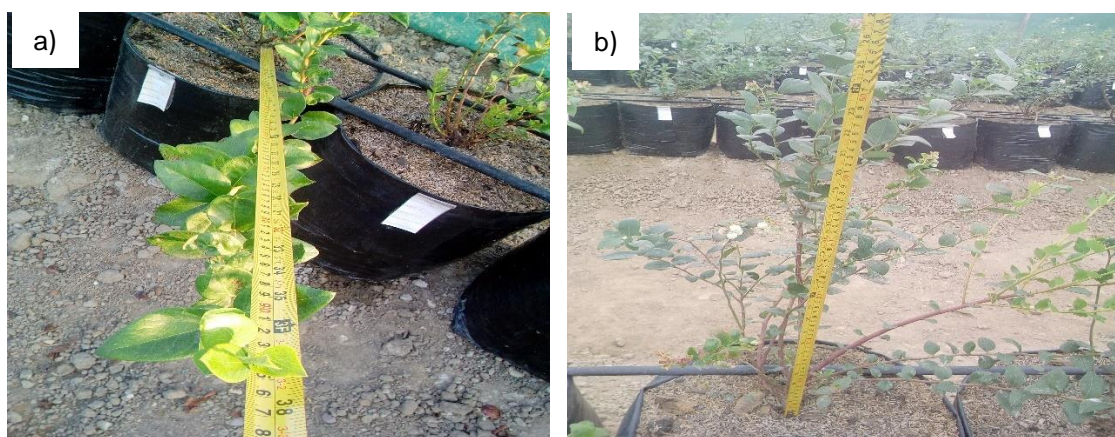
Proceso de cosecha de la fruta de arándano.



Nota. En las imágenes a) y b): Se observa el proceso de la cosecha de la fruta en el campo de arándano.

**Figura 18.**

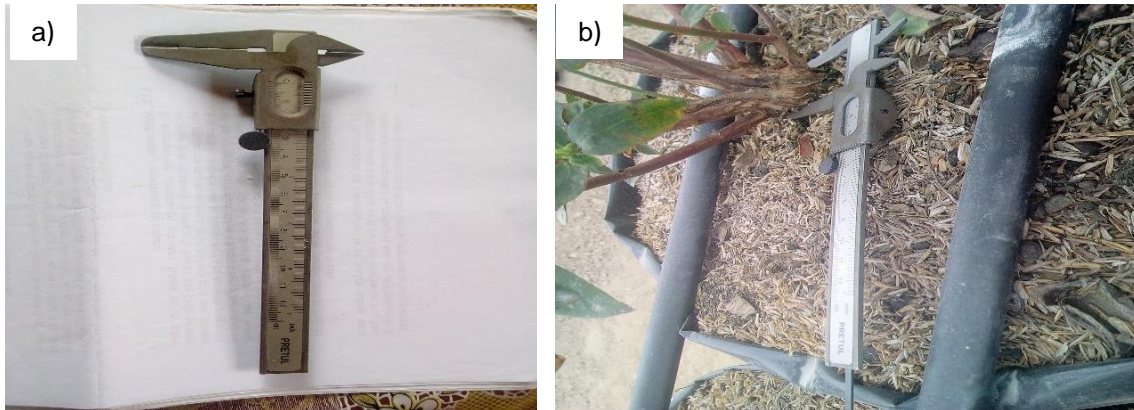
Medida de la altura de las plantas de arándano



Nota. En las imágenes a) y b): Se observa las medidas de la altura de las plantas de arándano, haciendo uso de una wincha.

### Figura 19.

Medición del diámetro basal del tallo de la planta.



Nota. En las imágenes de izquierda a derecha se observa lo siguiente: a) vernier utilizado para medir el diámetro basal de la planta; b) medida del diámetro basal de la planta.

### Figura 20.

Conteo de hojas por cada planta evaluada



Nota. Conteo de hojas por cada planta evaluada. Elaborado por autor

**Figura 21.**

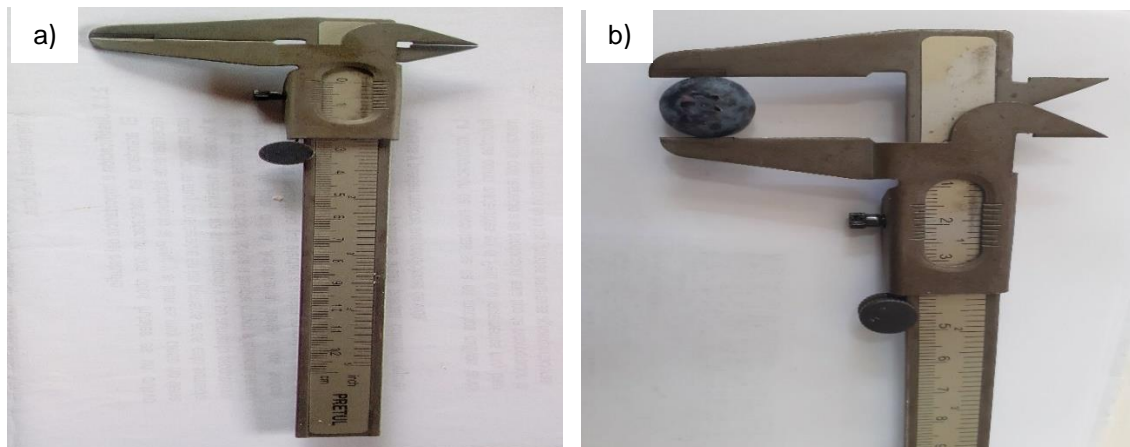
Plantación en inicio de producción, maduración y recolección de fruta



Nota. En las imágenes de izquierda a derecha se puede observar el rendimiento de producción de arándano en kg/ planta y kg/hectárea

**Figura 22.**

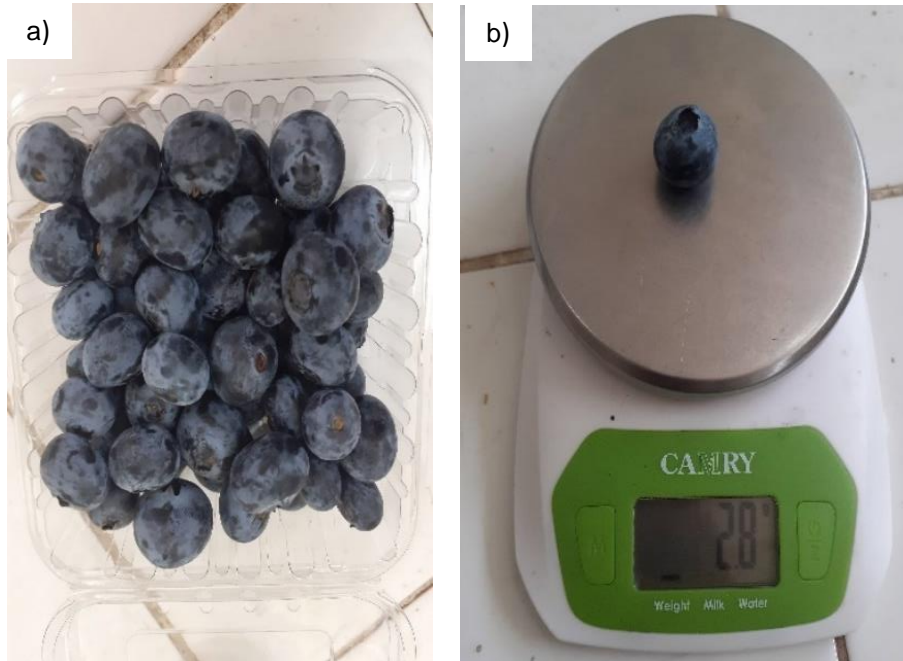
Equipo vernier utilizado para tomar la medida de cada baya en el arándano.



Nota. En las imágenes de izquierda a derecha se observa lo siguiente: a) Equipo utilizado para la medida de la baya del arándano; b) medida de la baya del arándano.

**Figura 23.**

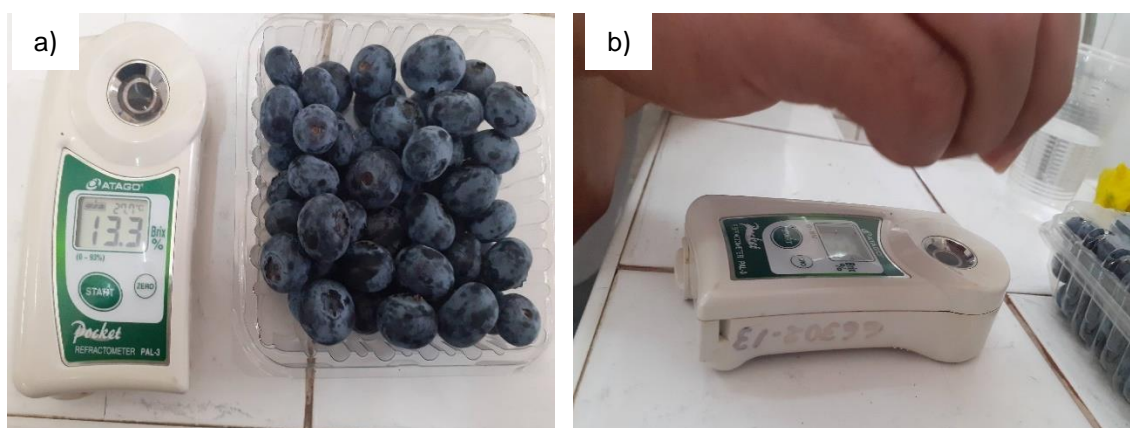
Pesaje de los arándanos por medio de una balanza gramera.



Nota. En las imágenes de izquierda a derecha se observa lo siguiente: a) frutos de arándano utilizados para el pesaje; b) Equipo utilizado

**Figura 24.**

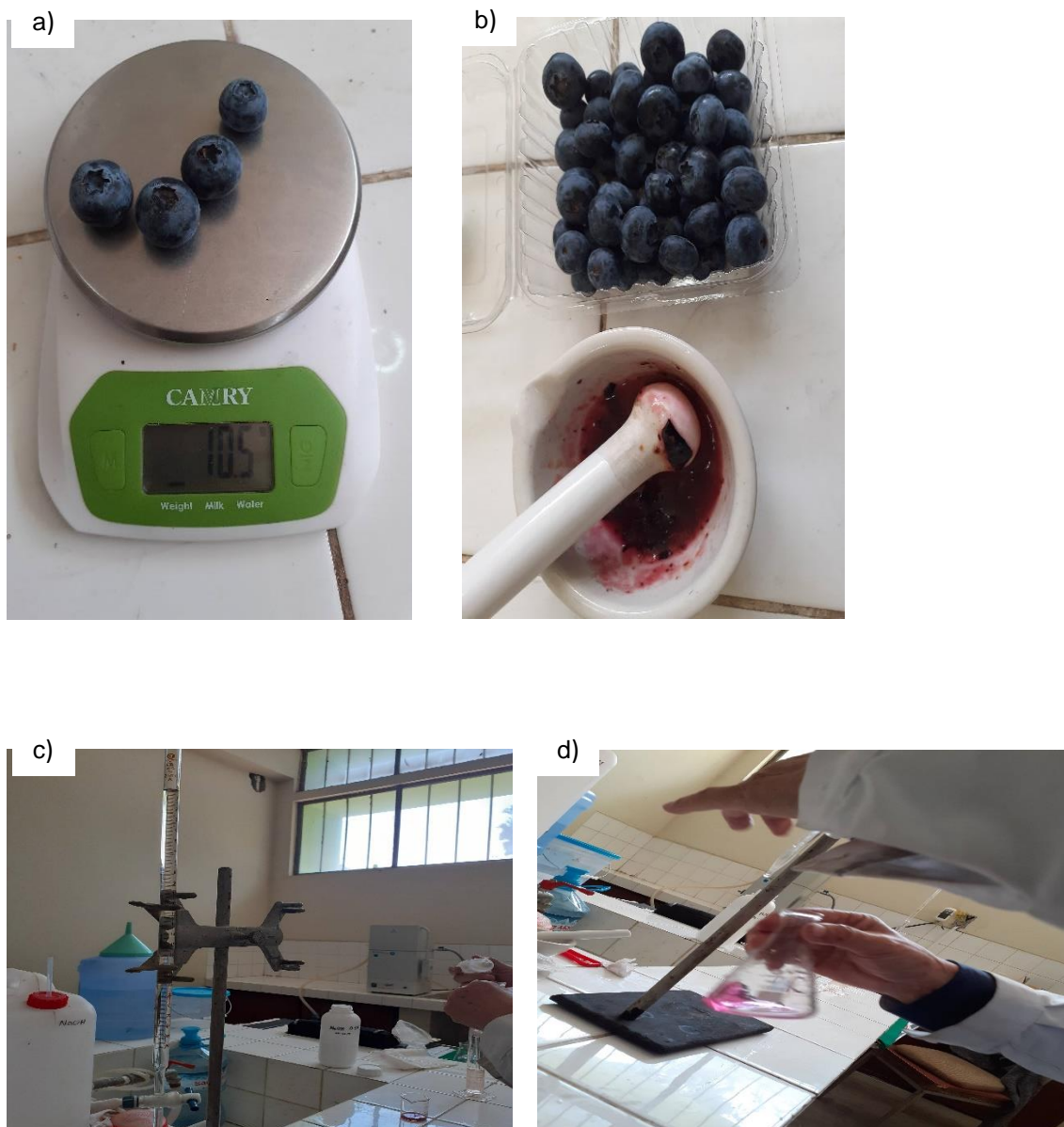
Análisis de los °Brix del arándano a través del refractómetro



Nota. En las imágenes a) y b); Se observa el análisis de los °Brix del arándano, haciendo uso del refractómetro, analizados en los laboratorios de química de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

### Figura 25.

Proceso de pesando, machacando y titulando del arándano para determinar el porcentaje de acidez en la fruta.



Nota. Proceso de pesando, machacando y titulando del arándano para determinar el porcentaje de acidez en la fruta en el laboratorio de química de la universidad Pedro Ruíz Gallo.

