



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica

**Efecto de microorganismos en el crecimiento inicial
del palto (*Persea americana*) injertado en condiciones de vivero**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo

Autor

Joel Ángel Calderón Asencios

Asesor

Dr. Dionicio Belisario Luis Olivas

Huacho-Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales.

Sin Derivadas: Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Calderon Asencios, Joel Angel	73515444	09/05/2024
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Luis Olivas, Dionicio Belisario	15651224	0000-0002-5367-5285
DATOS DE LOS MIEMROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA- DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CODIGO ORCID
Contreras Liza Sergio Eduardo	08787108	0000-0002-6895-4332
Utia Pinedo, Maria del Rosario	06100596	0000-0002-2396-3382
Chavez Berbery, Luis Miguel	15759159	0000-0001-7816-1582

Efecto de microorganismos en el crecimiento inicial del palto (Persea americana) injertado en condiciones de vivero

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
2	Submitted to Universidad Nacional de Colombia Trabajo del estudiante	1%
3	fdocuments.ec Fuente de Internet	1%
4	www.journaltoacs.ac.uk Fuente de Internet	1%
5	docplayer.es Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad de Manizales Trabajo del estudiante	1%
7	www.scielo.org.mx Fuente de Internet	1%
8	www.ecorfan.org Fuente de Internet	<1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

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

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Efecto de microorganismos en el crecimiento inicial
del palto (*Persea americana*) injertado en condiciones de vivero**

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:



Dr. Sergio Eduardo Contreras Liza
Presidente



Dra. María del Rosario Utia Pinedo
Secretario



CHÁVEZ BARBERY, LUIS MIGUEL
INGENIERO AGRÓNOMO
C.I.P. N° 24794 - DNZ-053

Ing. Luis Miguel Chávez Barbery
Vocal



Dr. Dionicio Belisario Luis Olivas
Asesor

Huacho - Perú

2024

Dedicatoria

A Dios, quien me ha guiado en mi camino y ha sido mi fuente de fortaleza y motivación.

A mis padres Yone y Delia, les agradezco por ser mi motor y mi mayor inspiración en la vida. Su amor, paciencia y buenos valores han sido esenciales para trazar mi camino y alcanzar mis metas.

A mi hijo, Kiliam Alessandro por ser el motor de mi vida y fuente de inspiración en todo lo que hago.

A mis hermanas Geyddi y Nahelly, y a mi hermano Jhonny Juan, quienes siempre me hicieron sentir orgulloso de lo que soy y me motivaron a seguir adelante. Espero algún día poder ser una fuerza para ellos y ayudarlos a avanzar en su propio camino.

Agradecimiento

- A la Universidad, por hacer de mí un profesional
- A los docentes de la Escuela Profesional, por sus enseñanzas
- A los jurados evaluadores por su aporte en la mejora de la investigación.
- Al Dr. Dionicio Belisario Luis Olivas, por su apoyo constante en la culminación de la tesis.
- A mis amigos, con quienes compartimos momentos de alegrías y tristezas.
- A María Rivera y Brighth Garay, estudiantes de Ingeniería Agronómica, por su apoyo en la conducción del experimento.
- A todos aquellos que me alentaron en este proceso.

INDICE

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2. Formulación del problema	2
1.2.1 Problema general	2
1.2.2 Problemas específicos.....	2
1.3 Objetivos de la investigación	2
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivos específicos	2
1.4 Justificación de la investigación	2
1.5 Delimitación del estudio	3
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Antecedentes de la investigación	4
2.1.1. Antecedentes internacionales	4
2.1.2. Antecedentes Nacionales	5
2.3 Bases teóricas.....	7
2.3.1 Generalidades del cultivo de palto.....	7
2.3.2 Crecimiento inicial del palto injertado	9
2.3.3 Los microorganismos en el suelo	9
2.4 Definición de término básicos	10
2.5 Hipótesis de investigación	11
2.5.1 Hipótesis General	11
2.5.2 Hipótesis Específicas	11
2.6 Operacionalización de las variables.....	11
CAPITULO III. METODOLOGÍA.....	12
3.1 Gestión del experimento	12
3.1.1 Ubicación.....	12
3.1.2 Materiales, equipos e insumos.....	12

3.1.3	Diseño experimental	13
3.1.4	Tratamientos	13
3.1.5	Características del área experimental	13
3.1.6	Croquis del experimento.....	14
3.1.7	VARIABLES A EVALUAR	15
3.1.8	Conducción del experimento	15
3.2	Técnicas para el procesamiento de la información	16
CAPITULO IV. RESULTADOS		17
4.1	Antes de la aplicación de los tratamientos.....	17
4.1.1	Diámetro de tallo (mm)	17
4.1.2	Diámetro de injerto (mm)	18
4.1.3	Altura del patrón (cm)	19
4.1.4	Longitud del injerto (cm).....	20
4.1.5	Altura de planta (cm).....	21
4.2	30 días después de la aplicación de los tratamientos	22
4.2.1	Diámetro de tallo (mm)	22
4.2.2	Diámetro de injerto (mm).....	23
4.2.3	Altura de planta (cm).....	24
4.3	60 días después de la aplicación de los tratamientos	25
4.3.1	Diámetro de tallo (mm)	25
4.3.2	Diámetro de injerto (mm).....	26
4.3.3	Altura de planta (cm).....	27
4.3.4	Volumen radicular (cm ³)	28
4.3.5	Peso seco de raíz (g)	29
4.3.6	Peso seco de tallo (g).....	30
4.3.7	Peso seco foliar (g)	31
4.3.8	Peso seco total (g).....	32

4.3.9	Distribución de la materia seca (%).....	33
CAPITULO V. DISCUSIONES.....		35
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		36
6.1	Conclusiones	36
6.2	Recomendaciones	36
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		37
ANEXOS		40

Lista de Tablas

Tabla 1	<i>Operacionalización de las variables</i>	11
Tabla 2	<i>Características del suelo</i>	12
Tabla 3	<i>Análisis de varianza</i>	13
Tabla 4	<i>Tratamientos en estudio (Biosafe)</i>	13
Tabla 5	<i>Análisis de varianza para diámetro de tallo (mm) en palto injertado</i>	17
Tabla 6	<i>Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para diámetro de tallo (mm) en palto injertado</i>	17
Tabla 7	<i>Análisis de varianza para diámetro de injerto (mm) en palto injertado</i>	18
Tabla 8	<i>Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para diámetro de injerto (mm) en palto injertado</i>	18
Tabla 9	<i>Análisis de varianza para altura del patrón (cm) en palto injertado</i>	19
Tabla 10	<i>Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para altura del patrón (cm) en palto injertado</i>	19
Tabla 11	<i>Análisis de varianza para longitud del injerto (cm) en palto injertado</i>	20
Tabla 12	<i>Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para longitud del injerto (cm) en palto injertado</i>	20
Tabla 13	<i>Análisis de varianza para altura de planta (cm) en palto injertado</i>	21
Tabla 14	<i>Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para altura de planta (cm) en palto injertado</i>	21
Tabla 15	<i>Análisis de varianza para diámetro de tallo (mm) en palto injertado</i>	22
Tabla 16	<i>Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para diámetro de tallo (mm) en palto injertado</i>	23
Tabla 17	<i>Análisis de varianza para diámetro de injerto (mm) en palto injertado</i>	23
Tabla 18	<i>Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para diámetro de injerto (mm) en palto injertado</i>	24
Tabla 19	<i>Análisis de varianza para altura de planta (cm) en palto injertado</i>	24
Tabla 20	<i>Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para altura de planta (cm) en palto injertado</i>	25
Tabla 21	<i>Análisis de varianza para diámetro de tallo (mm) en palto injertado</i>	25
Tabla 22	<i>Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para diámetro de tallo (mm) en palto injertado</i>	26
Tabla 23	<i>Análisis de varianza para diámetro de injerto (mm) en palto injertado</i>	26

Tabla 24 Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para diámetro de injerto (mm) en palto injertado	27
Tabla 25 Análisis de varianza para altura de planta (cm) en palto injertado	27
Tabla 26 Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para altura de planta (cm) en palto injertado	28
Tabla 27 Análisis de varianza para volumen radicular (cm ³) en palto injertado	28
Tabla 28 Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para volumen radicular (cm ³) en palto injertado	29
Tabla 29 Análisis de varianza para peso seco de raíz (g) en palto injertado	29
Tabla 30 Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para peso seco de raíz (g) en palto injertado	30
Tabla 31 Análisis de varianza para peso seco de tallo (g) en palto injertado	30
Tabla 32 Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para peso seco de tallo (g) en palto injertado	31
Tabla 33 Análisis de varianza para peso seco foliar (g) en palto injertado	31
Tabla 34 Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para peso seco foliar (g) en palto injertado	32
Tabla 35 Análisis de varianza para peso seco total (g) en palto injertado	32
Tabla 36 Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para peso seco total (g) en palto injertado	33
Tabla 37 Resumen de la distribución porcentual de la materia seca en palto injertado	34
Tabla 38 Datos de campo	41
Tabla 39 Datos de campo	43

RESUMEN

Objetivos: Evaluar el efecto de la aplicación de microorganismos en el crecimiento inicial del palto injertado en condiciones de vivero en el valle de Huaral. **Metodología:** El experimento se condujo bajo el diseño completamente al azar con seis tratamientos y 10 repeticiones. Los tratamientos, en base a dosis de BIOSAFE como fuente de microorganismos a base de *Bacillus subtilis*, fueron: T0: 0; T1: 0,50; T2: 1; T3: 2; T4: 3; y T5: 4 L Cil⁻¹, respectivamente. Se evaluaron diámetro de tallo (mm), diámetro de injerto (mm), altura de patrón (cm), longitud de injerto (cm), altura de planta (cm), volumen radicular (cm³), peso seco de raíces, de tallos, foliar y total (g). Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Scott-Knott al 5%. **Resultados:** De acuerdo a los resultados obtenidos, se encontró que las aplicaciones de Biosafe en las dosis de 3 y 4 L Cil⁻¹ promovieron a la obtención de mayores valores para diámetros de tallo (12,88 y 13,15 mm), volumen radicular (24,05 y 23,50 cm³), peso seco de raíces (10,90 y 10,90 g), peso seco de tallo (11,08 y 12,98 g), peso seco foliar (4,82 y 5,28 g) y peso seco total (26,79 y 29,16). **Conclusiones:** Se concluye que las aplicaciones de Biosafe en las dosis de 3 y 4 L Cil⁻¹ favorecieron a la obtención de mejores respuestas en el palto injertado.

Palabras clave: BIOSAFE, injerto, *Persea americana*, Topa Topa, Nava.

ABSTRACT

Objectives: To evaluate the effect of the application of microorganisms on the initial growth of the grafted avocado under nursery conditions in the Huaral valley. **Methodology:** The experiment was conducted under a completely randomized design with six treatments and 10 repetitions. The treatments, based on doses of BIOSAFE as a source of *Bacillus subtilis*-based microorganisms, were: T0: 0; T1: 0.50; T2: 1; T3: 2; T4: 3; and T5: 4 L Cil⁻¹, respectively. Stem diameter (mm), graft diameter (mm), rootstock height (cm), graft length (cm), plant height (cm), root volume (cm³), dry weight of roots and stems, foliar and total (g) were evaluated. The Scott-Knott test at 5% was used to compare means. **Results:** According to the results obtained, it was found that the applications of Biosafe in doses of 3 and 4 L Cyl-1 promoted the obtaining of higher values for stem diameters (12,88 and 13,15 mm), root volume (24,05 and 23,50 cm³), dry weight of roots (10,90 and 10,90 g), stem dry weight (11,08 and 12,98 g), leaf dry weight (4,82 and 5,28 g) and total dry weight (26,79 and 29,16). **Conclusions:** It is concluded that the applications of Biosafe in doses of 3 and 4 L Cil⁻¹ favored obtaining better responses in the grafted avocado.

Keywords: BIOSAFE, graft, *Persea americana*, Topa Topa, Nava.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La búsqueda de microorganismos que ayuden a mejorar la fertilidad del suelo y, en consecuencia, a una adecuada nutrición de las plantas continúa siendo una preocupación de los investigadores, debido principalmente al incremento de los costos de los fertilizantes y los impactos negativos que estos producen en el ambiente (Alvarado et al., 2015).

En el suelo habitan millones de microorganismos que ponen a disposición de las plantas los nutrientes indispensables para su desarrollo (Acurio et al., 2020). A este grupo de microorganismos se les conoce como rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (RPCV) y está constituido por diferentes especies de bacterias que pueden incrementar el crecimiento y la productividad en las plantas, en distintas formas (González & Fuentes, 2017).

Recientes investigaciones refieren que las rizobacterias promotoras de crecimiento de plantas (PGPR) estimulan el crecimiento de plantas, de forma directa e indirecta. Es directa porque promueve la producción de fitohormonas como auxinas, citoquininas y giberelinas, compuestos orgánicos y compuestos que mejoran la inmunidad vegetal; como ácido jasmónico, ácido salicílico y fitoalexinas (Cabello et al., 2020). La estimulación indirecta se presenta cuando se producen antibióticos y metabolitos que ayudan a una mayor eficiencia en la asimilación de los nutrientes del suelo (Ahmad et al., 2008).

En cuanto a *B. subtilis*, no existe suficiente evidencia científica que corrobore resultados positivos o negativos; sin embargo, se conoce que las cepas de *B. subtilis* tienen el mismo efecto promotor de crecimiento, aun cuando pudieran producir distintas concentraciones de metabolitos promotores de crecimiento.

Con respecto al desarrollo de las raíces, varios autores han sugerido incluir el tamaño del sistema radicular de las plantas como un criterio para estimar su calidad, pues el volumen radicular ha sido directamente correlacionado con la supervivencia y crecimiento inicial de las plantas en terreno. Plantas con mayores volúmenes radiculares son capaces de superar más fácilmente el shock de trasplante, presentan un mayor potencial de crecimiento radicular, capacidad de absorción de agua y nutrientes. El volumen radicular de las plantas

está positivamente correlacionado con la longitud y diámetro del tallo, y la biomasa total de las plantas. Además, las diferencias iniciales en tamaño de las plantas se mantienen con el transcurso del tiempo (Alzugaray et al., 2004; Soza et al., s.a.).

Por lo expuesto, el objetivo del presente estudio consiste en evaluar el efecto de microorganismos en el crecimiento inicial del palto injertado en condiciones de vivero.

1.2. Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿La aplicación de microorganismos afectará el crecimiento inicial del palto injertado en condiciones de vivero?

1.2.2 Problemas específicos

- a. ¿La aplicación de microorganismos afectará las características morfológicas en el crecimiento inicial del palto injertado en condiciones de vivero?
- b. ¿La aplicación de microorganismos afectará la distribución de la materia seca en el crecimiento inicial del palto injertado en condiciones de vivero?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de microorganismos en el crecimiento inicial del palto injertado en condiciones de vivero

1.3.2 Objetivos específicos

- a. Determinar el efecto de la aplicación de microorganismos en las características morfológicas del crecimiento inicial del palto injertado en condiciones de vivero.
- b. Analizar el efecto de la aplicación de microorganismos en la distribución de la materia seca del crecimiento inicial del palto injertado en condiciones de vivero.

1.4 Justificación de la investigación

Considerando que una planta injertada y con una abundante masa radicular, sobre todo de raicillas, asegurará un menor tiempo de estancia en el vivero; y cuando sea llevada a campo

definitivo, posiblemente los microorganismos presentes en ese sustrato se multiplicarán y favorecerán a la implantación de un buen cultivo. Por ello, es de interés obtener resultados que van a favorecer tanto a los viveristas como a los productores de palta.

1.5 Delimitación del estudio

La investigación se desarrolló en la localidad de la Esperanza Alta, ubicado en el distrito y provincia de Huaral, región Lima provincias, durante los meses de abril a octubre del 2023.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Vinueza (2002) realizó su investigación “Incremento en la eficiencia de la fertilización de portainjertos de aguacate mediante la inoculación con micorriza vesículo-arbuscular” con el objetivo de determinar la contribución de la micorriza vesículo-arbuscular en la eficiencia de la fertilización en portainjertos de aguacate. Para ello aplicaron seis tratamientos, plantas con y sin micorriza y tres niveles de fertilización (sin fertilizantes, 50% de la cantidad completa de fertilizantes y 100% de la cantidad de fertilizantes). Las fertilizaciones lo realizaron cada 15 días y se tomó como el 100% de la cantidad de fertilizantes a 0,91 g de urea/planta y 0,91 g de nitrato de potasio/planta. Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones con seis plantas cada una. Utilizó el diseño de parcelas divididas con bloques completos al azar; los lotes con micorriza y sin micorriza formaron las parcelas principales y los niveles de fertilización las subparcelas. Evaluó la altura de la planta, diámetro del tallo, volumen de la raíz, peso seco de la biomasa aérea, peso seco de la raíz, número de esporas en 100 g de medio e infección en la raíz. Las evaluaciones los realizó 124 días después de la siembra. Observó que la mejor respuesta se obtuvo al aplicar el 50% de la fertilización y utilizar micorrizas, obteniéndose mayor desarrollo de la biomasa aérea y radical, aunque el número de esporas e infección en la raíz no fueron las más altas. La fertilización tuvo un efecto significativo sobre todas las variables, la infección en la raíz disminuyó al aumentar la cantidad de fertilizante. Las plantas inoculadas y sin fertilizante tuvieron mayor desarrollo radicular. La dosis de 100% del fertilizante redujo el crecimiento de las plantas y el desarrollo de la simbiosis. Las plantas inoculadas presentaron mayor concentración de nutrimentos en el follaje. La micorriza mejoró la capacidad de los portainjertos para aprovechar los nutrimentos aportados por la fertilización, además el no aplicar fertilizante o aplicar 100% afectaron el desarrollo de las plantas y limitaron la eficiencia de la micorriza.

Montañez (2009) realizó su investigación “Efecto de la micorrización en plantas de aguacate durante la fase de vivero (*Persea americana* L.) en suelos provenientes de los Llanos Orientales” en Colombia. El autor explica que la aplicación de hongos de micorriza arbuscular (HMA), constituye una alternativa para reducir los impactos en el ambiente y en los costos de producción y que el principal beneficio proporcionado por la micorrización es

el incremento en la absorción de fosfato; y que por ello se propuso evaluar el efecto de la inoculación de HMA sobre la nutrición y el crecimiento de plantas de aguacate, en fase de vivero, en suelos de los Llanos Orientales de Colombia. Para ello se propagaron dos cepas de HMA nativas, probablemente pertenecientes a los géneros *Glomus* y *Acaulospora*; estas se inocularon sobre semillas de las variedades Santana, Lorena y Común en suelos de Taluma, Puerto Colombia y La Libertad. Observó una correlación negativa entre la concentración de fósforo edáfico y número de esporas/g de suelo y porcentaje de colonización, particularmente en el suelo de Puerto Colombia. Encontró incrementos porcentuales bajos en nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio foliares como respuesta a la inoculación. La variedad Común presentó la mejor respuesta en biomasa total y altura. Independientemente de la variedad y del suelo, se obtuvieron incrementos significativos en biomasa de raíz, tallo y hojas.

Lemus (2021), refiere que para un adecuado y exitoso establecimiento del cultivo de aguacate se necesitan plantas con un sistema radicular desarrollado y sano. Sin embargo, en los viveros comerciales de aguacate no se realizan manejos orientados a la mejora radicular, por lo que el objetivo de su investigación fue evaluar el efecto de bioestimulantes radiculares a base de microorganismos y ácidos orgánicos sobre el crecimiento, contenido de clorofila y micorrización en plantas de palta. Para ello, dispuso de siete tratamientos, incluido un testigo. Empleó el diseño experimental completamente al azar, con ocho repeticiones y evaluó número de hojas, altura de la planta, longitud de la raíz principal, unidades SPAD, peso seco de la raíz y porcentaje de micorrización. Encontró que, en cada una de las variables, el mejor tratamiento fue la combinación Nutrisorb® L+ Biofit® RTU, lo cual confirma que el uso de microorganismos y ácidos orgánicos favorece el crecimiento vegetativo y radicular, así como promueve una mayor micorrización.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Yataco (2011) desarrolló su investigación “Efecto de aplicación de diferentes dosis de *Trichoderma harzianum* sobre el crecimiento de palto (*Persea americana* Mill) var. topa topa en vivero bajo condiciones de Lunahuaná”, con la finalidad de evaluar el efecto de diferentes dosis del hongo *Trichoderrna harzianum*, en el crecimiento de plantones de Palto (*Persea americana* Mill) variedad Topa-Topa, utilizó el diseño Completamente al Azar (DCA) con cinco tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento, siendo los tratamientos: T1 (20 g planta⁻¹), T2 (30 g planta⁻¹), T3 (40 g planta⁻¹), T4 (50 g planta⁻¹) y T5 (Testigo). Evaluó

altura de planta (cm), número de hojas, diámetro de tallo (mm), longitud de raíces (cm), peso fresco y seco de raíces (g) y peso fresco y seco de la parte aérea (g). Según sus resultados obtenidos, las variables biométricas evaluadas con el producto biológico superaron significativamente al promedio alcanzado por el testigo. Refiere que el tratamiento 4 (50 g planta⁻¹) fue el que presentó los promedios más altos en estas variables evaluadas al final del experimento; en cuanto al peso fresco del área foliar los promedios fueron 9,09 g, 21,42 g y 41,57 g; y del peso seco obtuvo los promedios 3,10 g, 5,01 g y 13,69 g. Con respecto al peso fresco de raíces, los promedios fueron 3,75 g, 13,60 g y 18,82 g y del seco fue 1,38g, 3,74g y 4,58g, para estas variables el tratamiento 3 (40 g planta⁻¹) fue el mejor en comparación a los otros tratamientos. Para longitud de raíces los mayores valores fueron de 23,55cm, 27,98 cm y 36,75 cm; y peso seco del plantón con promedios de 4,48 g, 8,37 g y 18,27 g, correspondiéndole al tratamiento 2 (30 g planta⁻¹). Concluye que la aplicación de *Trichoderma harzianum* permite obtener un plantón vigoroso, sano y listo para injertar en menor tiempo

Conde (2019) ejecutó la investigación “Estratificación en frío, corte de semillas y microorganismos eficientes en la propagación sexual de palto (*Persea americana* Mill.). Ayacucho” con el objetivo de determinar los efectos del corte de cotiledones, estratificación en frío y aplicación de microorganismos eficientes en semillas de palto, para la obtención de portainjertos en el menor tiempo. Para ello, utilizó el Diseño Completamente Randomizado (DCR) con 36 tratamientos y cuatro repeticiones y evaluó: tiempo de germinación, altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo, materia seca de la parte aérea de la planta y del sistema radicular. Encontró como resultados que el T34 (corte a nivel apical, basal y lateral de la semilla, 4 litros de microorganismos eficientes en 20 litros de agua y sin estratificación en frío) promovió la germinación precoz a los 12,50 días y 29,99 % de materia seca de la parte aérea de la planta; asimismo, el T28 (corte apical, basal y lateral de la semilla, sin microorganismos eficientes y sin estratificación en frío) presentó mayor respuesta en altura de planta (41,03 cm), número de hojas (23 hojas), diámetro de tallo (7,25 mm). El T26 (corte apical y basal de la semilla, 4 litros de microorganismos eficientes en 20 litros de agua y 7 días de estratificación en frío) produjo mayor materia seca radicular con 22,08 %. El autor concluye que cortes en semillas más la eliminación de la testa promueve la germinación precoz y la obtención de portainjertos listas para ser injertadas a los seis meses de edad; por otra parte, la estratificación en frío de semillas prolongó el tiempo de germinación, lo cual

se vio reflejado en el escaso desarrollo de portainjertos de palto; y la aplicación de microorganismos eficientes en semillas de palto aceleró el proceso de germinación.

Rojas et al. (2020) refieren que el uso de las bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB) es una alternativa interesante para sustituir parcialmente el uso de fertilizantes químicos en los cultivos comerciales, que no solamente elevan los costos de producción, sino que también ocasionan daños ambientales. En su investigación “Utilización de cepas de *Bacillus* como promotores de crecimiento en hortalizas comerciales” con el objetivo de evaluar el potencial de las cepas de *Bacillus* en la promoción del crecimiento vegetal in vivo en tres diferentes cultivos hortícolas de importancia económica, utilizaron cuatro cepas de *Bacillus*, dos aisladas de los cultivos del maíz (*Zea mays* L.) cultivar híbrido P-7928 y dos de cafeto (*Coffea arabica* L.) cultivar Caturra rojo, para evaluar su efecto en diferentes variables fenológicas y de crecimiento en plantas de maíz, tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) y zanahoria (*Daucus carota* subsp. *sativus* L.) en condiciones de invernadero. Los autores observaron que las cepas mostraron un efecto estimulador de la germinación de las semillas de maíz, las cuales presentaron mayor porcentaje e índice de germinación y vigor de plántula que los testigos sin inocular; sin embargo, no todas las cepas estimularon los mismos indicadores del crecimiento en este cultivo, aunque destacaron las cepas RM5, RC9 y RC15 en la materia seca de raíz. En los cultivos de tomate y zanahoria los resultados fueron variables, por lo que los autores sugieren profundizar los estudios en estos cultivos.

2.3 Bases teóricas

2.3.1 Generalidades del cultivo de palto

Origen

El palto (*Persea Americana* Mill), también conocido como aguacate en otros países de América, es originaria del continente americano y se encuentra distribuido en las zonas tropicales y subtropicales del Perú hasta México (Lemus et al., 2010; Pozo, 2012; Ataucusi, 2015).

Taxonomía

Según Pérez et al. (2015), el palto tiene la siguiente clasificación:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Laurales

Familia: Lauraceae

Género: Persea

Especie: Persea americana Mill

Morfología

Según el ICA (2012), el palto es una especie perenne, de crecimiento vigoroso y erecto, pudiendo alcanzar alturas de hasta 30 m. Sus hojas están dispuestas de manera alterna, son pedunculadas, brillantes, lanceoladas, de base aguda y con margen entero y ápice agudo; el color es verde mate y su peciolo se caracteriza por presentar estrías y el relieve de la venación por el haz es intermedio y usualmente levantado. Con respecto a la flor, se encuentran dos tipos: tipo A y tipo B; es perfecta y bisexual, con diámetros que oscilan entre los 0,5 a 1,5 cm cuando está completamente abierta; su color es amarillo verdoso con pubescencia densa, y es posible que en cada árbol se puede llegar a producir hasta un millón de flores de las que solo el 0,1 % se convierte en fruto. El fruto puede presentar formas esféricas o piriformes, con tamaños desde pequeño a grandes. El tronco es robusto, con una corteza suberosa, agrietada y de color pardo, y las ramas son vigorosas. El crecimiento anual se produce en flujos a partir de la yema apical de las ramas. El sistema radical es superficial (≤ 50 cm de profundidad), de crecimiento horizontal y está formado por una raíz principal corta y débil, con numerosas ramificaciones secundarias, que carecen de pelos radicales visibles. El crecimiento de las raíces va a depender, entre otros factores, de las características del suelo donde se desarrolla, alcanzando un mayor desarrollo y profundidad en suelos arenosos y sueltos que en suelos de textura más fina (Bernal y Díaz, 2008; Pérez, 2012).

Ciclo floral

Con respecto al ciclo floral, el ICA (2012) refiere que los órganos femeninos y masculinos son funcionales en diferentes momentos lo cual evita la autofecundación. Por ello, según ese

comportamiento, las variedades pueden ser: tipo A y B. Las flores abren primero como femeninas, cierran por un periodo fijo y luego abren como masculinas en su segunda apertura. En función a esa característica es necesario mezclar variedades adaptadas a las condiciones ambientales locales, con tipo de floración A y B y con la misma época de floración en una proporción 4:1, donde la mayor población será de la variedad deseada. El ciclo floral puede ser afectado por la temperatura y la duración del día: Tipo A: La primera apertura (femenina) inicia en la mañana y termina antes del mediodía; la segunda apertura (masculina) ocurre en la tarde del siguiente día. El ciclo de apertura floral dura de 30 a 36 horas. Tipo B: es el patrón contrario; la apertura femenina ocurre en la tarde y la apertura masculina en la siguiente mañana. El ciclo de la apertura floral es de 20 a 24 horas.

2.3.2 Crecimiento inicial del palto injertado

El crecimiento inicial de la planta del palto recién injertado va a depender del tipo de patrón o portainjerto elegido, de las características del suelo (presencia de microorganismos benéficos), las que van a influir directamente en el crecimiento radicular; así, suelos pesados impedirán el buen crecimiento radicular de la planta (Bernal y Díaz, 2008).

El adquirir conocimiento sobre el crecimiento de las raíces es un aspecto de vital importancia, porque va a permitir evaluar el comportamiento de un huerto frutal al comprender el patrón de desarrollo de la parte aérea incluyendo la producción de frutos (Callejas et al., 2012).

2.3.3 Los microorganismos en el suelo

La materia orgánica en el suelo mejora las propiedades biológicas al incrementar las poblaciones de bacterias, hongos, nemátodos depredadores, etc., los que a su vez incrementan la eficacia del control biológico de las plagas y enfermedades presentes en el suelo y que afectan a la producción vegetal; así, por ejemplo, los aportes de micorrizas y rizobacterias pueden promover un incremento de la resistencia de las plantas (Red agrícola, 2017).

Hoy en día, es muy común escuchar el término biofertilizante, la que está referida a las preparaciones que contienen microorganismos vivos que en algunos casos potencian la fertilidad del suelo fijando nitrógeno atmosférico, solubilizando fósforo o descomponiendo materia orgánica; y que en otros casos aumentan el crecimiento de las plantas al secretar

reguladores de crecimiento como parte de su actividad biológica. Algunos ejemplos de microorganismos benéficos son Trichoderma, micorrizas, Rhizobium, Azospirillum, actinobacterias (o Actinomycetes), Bacillus, rizobacterias (ej. Azospirillum y Bradyrhizobium) y se cree que hay muchos más por descubrir (Red agrícola, 2017).

2.4 Definición de término básicos

Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR): son bacterias vivas aisladas principalmente de la rizósfera que fomentan el crecimiento de las plantas mediante una amplia variedad de mecanismos. Estimulan a las plantas a ser más eficientes en la recuperación de nutrientes del suelo porque se incrementa la disponibilidad de nutrientes en la rizósfera influyendo en el metabolismo de las plantas y mejorando (Reyes, 2019; Velasco et al., 2020).

Biofertilizantes: son productos biológicos que contienen microorganismos vivos que, cuando se aplican a la semilla, las superficies de plantas o en el suelo, promueven el crecimiento por varios mecanismos tales como el aumento del suministro de nutrientes, el aumento de la biomasa de raíces o zona de la raíz, y el aumento de la capacidad de absorción de los nutrientes de la planta (Reyes, 2019).

Suelo vivo: Desde el punto de vista edafológico, se puede tomar al suelo como algo vivo, con su propia fisiología, la cual tiene equilibrio dinámico que se establece entre los organismos y el medio físico. Por eso se dice que el suelo respira, y de hecho se puede medir su respiración, la que es debida a sus componentes. Del mismo modo, el suelo responde a la entrada de la materia orgánica, se activa la respiración y aumenta las biomásas al aumentar la humedad y temperatura. Luego, el suelo evoluciona, se estructura y vive (Soza et al., s.a.).

Agricultura regenerativa: La agricultura regenerativa está referida a la restauración de la calidad del suelo con el uso de prácticas de manejo sostenibles. El objetivo es revertir la degradación de la tierra, aumentar la biodiversidad, incrementar la producción, mejorar la prestación de los servicios ecosistémicos y aumentar la resiliencia de los agroecosistemas contra el cambio climático, así como contribuir a su mitigación (Ivanchuk, 2021).

Infiltración: se entiende como infiltración al movimiento del agua desde la superficie hacia el interior del suelo. En este proceso el agua entra en los poros o intersticios del suelo, a través de su horizonte superficial, desplazando al aire de los mismos. La infiltración es igual a la precipitación total menos las pérdidas debidas a la interceptación por la vegetación, a la retención en depresiones, a la evaporación y a la escorrentía superficial (Márquez et al., 2021).

2.5 Hipótesis de investigación

2.5.1 Hipótesis General

No existe efecto de la aplicación de microorganismos en el crecimiento inicial del palto injertado en condiciones de vivero.

2.5.2 Hipótesis Específicas

- a. No existe efecto de la aplicación de microorganismos en las características morfológicas del crecimiento inicial del palto injertado en condiciones de vivero.
- b. No existe efecto de la aplicación de microorganismos en la distribución de la materia seca del crecimiento inicial del palto injertado en condiciones de vivero.

2.6 Operacionalización de las variables

Tabla 1
Operacionalización de las variables

Concepto	Dimensión	Variables	Indicadores
Crecimiento del palto injertado	Morfología	Altura de planta	cm
		Díámetro de tallo	cm
		Díámetro de injerto	cm
		Longitud de raíz	cm
		Longitud total de planta	cm
	Distribución de materia seca	Hojas	g
		Raíz	g
		Tallo	g
		Total	g

Fuente: Tomado de Espinoza (2019).

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1 Gestión del experimento

3.1.1 Ubicación

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el vivero frutícola Espinoza, ubicado en la localidad de la Esperanza Alta, distrito y provincia de Huaral, región Lima provincias, con coordenadas 11°27'42" y 77°9'39", durante los meses de marzo a agosto del 2023.

El sustrato utilizado en el vivero presentó las siguientes características (Tabla 2):

Tabla 2

Características del suelo

Textura	CE (mS/m)	pH	MO (%)	N (%)	P (mg kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)	CaCO ₃ (%)
Arenoso	0,00	7,60	1,90	0,09	8,99	60,18	1,32

Fuente: Laboratorio del Instituto Nacional de Innovación Agraria.

Según los resultados, el suelo es medianamente alcalino, libre de sales, medio en materia orgánica y fósforo, y bajo en potasio.

3.1.2 Materiales, equipos e insumos

Materiales:

- Plantones de palto recién injertados, cuyo patrón es Topa Topa e injerto Nava
- Jarra de 1 L

Equipos:

- Balanza con aproximación de 0,01 g
- Vernier digital
- Cinta métrica
- Estufa con circulación de aire

Insumos:

- Biosafe: Producto a base de los microorganismos de *Bacillus subtilis*
- Fertilizantes inorgánicos (Urea, FDA y Cloruro de potasio)
- Insecticidas

3.1.3 Diseño experimental

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con seis tratamientos y diez repeticiones. El esquema de análisis de varianza fue el siguiente:

Tabla 3
Análisis de varianza

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fcalc.
Tratamiento	5	SCTrat	CMTrat	
Error	54	SCe	CMe	
Total	59	SCtotal	-	

3.1.4 Tratamientos

Tabla 4
Tratamientos en estudio (Biosafe)

Clave	Biosafe (L cil⁻¹)
T0	0 (Testigo)
T1	0,50
T2	1,00
T3	2,00
T4	3,00
T5	4,00

3.1.5 Características del área experimental

Características de la unidad experimental:

La unidad experimental estuvo constituida por una bolsa de plantón injertado.

Características del tratamiento:

Cada tratamiento constó de 10 unidades experimentales

3.1.6 Croquis del experimento

T0	T1	T5	T2	T5	T0
T3	T1	T4	T3	T0	T3
T2	T1	T4	T2	T5	T4
T0	T3	T1	T4	T3	T5
T5	T4	T3	T1	T2	T0
T2	T5	T4	T3	T0	T4
T1	T0	T2	T3	T4	T3
T5	T3	T0	T5	T2	T1
T4	T2	T5	T1	T2	T0
T1	T5	T0	T1	T4	T2

Leyenda:

Clave	Biosafe (L cil ⁻¹)
T0	0 (Testigo)
T1	0,50
T2	1,00
T3	2,00
T4	3,00
T5	4,00

3.1.7 Variables a evaluar

Antes de iniciar la aplicación de los tratamientos, en cada unidad experimental se evaluaron las siguientes variables:

- a) Diámetro de tallo (mm)
- b) Diámetro de injerto (mm)
- c) Altura de patrón (cm)
- d) Longitud de injerto (cm)
- e) Altura de planta (cm)

A los 30 y 60 días después de la aplicación de los tratamientos, se evaluaron:

- a) Diámetro de tallo (mm)
- b) Diámetro de injerto (mm)
- c) Altura de planta (cm)

A los 60 días después de la aplicación de los tratamientos se procedió a separar cada órgano formados y luego fueron llevados a la estufa para su secado a 70°C por 72 horas, hasta alcanzar peso contante. Se evaluaron:

- a) Volumen radicular (cm³)
- b) Peso seco de raíces (g)
- c) Peso seco de tallos (g)
- d) Peso seco foliar (g)
- e) Peso seco total (g)
- f) Distribución de materia seca (%)

3.1.8 Conducción del experimento

Análisis del sustrato

El sustrato que fue utilizado procedió de la mezcla de tierra de chacra y humus de lombriz. Se envió la muestra al laboratorio del Instituto Nacional de Investigación Agraria-Donoso-Huaral para su respectivo análisis. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

Siembra de las semillas patrón

Previo a la siembra, la semilla de la variedad Topa Topa se desinfectó con Benomil para prevenir el ataque de enfermedades en el suelo. Posteriormente se colocó una semilla pregerminada en cada bolsa, previamente llenada con el sustrato.

Riego

Los riegos se hicieron de forma frecuente durante la duración de la investigación.

Injerto

Se procedió al injerto con la variedad Nava cuando el patrón alcanzó el diámetro promedio del grosor de un lápiz.

Aplicación de los tratamientos

Los tratamientos a base del Biosafe se aplicaron a dos meses después del injerto. Para ello se prepararon las soluciones correspondientes. Por cada plantón injertado se aplicó 500 mL de la solución respectiva.

Control de malezas

El control fue de forma manual.

Fertilización

Se complementó la nutrición de la planta con la fertilización foliar.

Control fitosanitario

Se realizó en todo el ciclo del cultivo previa evaluación, principalmente para controlar a las plagas y enfermedades presentes durante la ejecución del experimento.

3.2 Técnicas para el procesamiento de la información

Los datos recopilados en el campo fueron procesados a través del software estadístico Infostat versión estudiantil y el SISVAR versión 5.6.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1 Antes de la aplicación de los tratamientos

4.1.1 Diámetro de tallo (mm)

Tabla 5

Análisis de varianza para diámetro de tallo (mm) en palto injertado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,35	5	0,27	1,36 ns	0,254
Biosafe	1,35	5	0,27	1,36 ns	0,254
Error	10,76	54	0,20		
Total	12,12	59			

ns: no significativo

CV: 4,04%

\bar{x} : 11,10 mm

Interpretación:

Para la característica diámetro de tallo, según el análisis de varianza no se ha presentado diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos. El promedio para esta variable fue de 11,10 mm con un coeficiente de variabilidad de 4,04%, considerado como aceptable para investigaciones de campo según Pimentel (2015).

Tabla 6

Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para diámetro de tallo (mm) en palto injertado

Biosafe (L cil⁻¹)	Diámetro de tallo (mm)	n	E.E.	Significación
2,0	11,24	10	0,14	a
1,0	11,20	10	0,14	a
3,0	11,13	10	0,14	a
4,0	11,08	10	0,14	a
0,5	10,87	10	0,14	a
0 (Testigo)	10,86	10	0,14	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Interpretación:

De acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5%, para diámetro de tallo no se ha observado diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos. Este resultado es importante porque indica que todos los tratamientos comenzaron con valores similares, y que las diferencias posteriores en caso de encontrarse, se deberían al efecto de los tratamientos.

4.1.2 Diámetro de injerto (mm)

Tabla 7

Análisis de varianza para diámetro de injerto (mm) en palto injertado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,85	5	0,17	0,73 ns	0,6023
Biosafe	0,85	5	0,17	0,73 ns	0,6023
Error	12,61	54	0,23		
Total	13,46	59			

ns: no significativo

CV: 5,50%

\bar{X} : 8,87 mm

Interpretación:

Para la característica diámetro de injerto, según el análisis de varianza no se ha presentado diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos. El promedio para esta variable fue de 8,87 mm con un coeficiente de variabilidad de 5,50%, considerado como aceptable para investigaciones de campo según Pimentel (2015).

Tabla 8

Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para diámetro de injerto (mm) en palto injertado

Biosafe (L cil⁻¹)	Diámetro de injerto (mm)	n	E.E.	Significación
2	8,97	10	0,15	a
0,5	8,89	10	0,15	a
0 (Testigo)	8,83	10	0,15	a
4	8,7	10	0,15	a
3	8,67	10	0,15	a
1	8,66	10	0,15	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Interpretación:

De acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5%, para diámetro de injerto no se ha observado diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos. Este resultado es importante porque indica que todos los tratamientos comenzaron con valores similares, y que las diferencias posteriores en caso de encontrarse, se deberían al efecto de los tratamientos.

4.1.3 Altura del patrón (cm)

Tabla 9

Análisis de varianza para altura del patrón (cm) en palto injertado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,05	5	1,61	0,92 ns	0,4728
Biosafe	8,05	5	1,61	0,92 ns	0,4728
Error	94,12	54	1,74		
Total	102,17	59			

ns: no significativo

CV: 2,46%

\bar{x} : 53,95 cm

Interpretación:

Para la característica altura del patrón, según el análisis de varianza no se ha presentado diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos. El promedio para esta variable fue de 53,95 cm con un coeficiente de variabilidad de 2,46%, considerado como aceptable para investigaciones de campo según Pimentel (2015).

Tabla 10

Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para altura del patrón (cm) en palto injertado

Biosafe (L cil⁻¹)	Altura del patrón (cm)	n	E.E.	Significación
2	54,46	10	0,42	a
3	53,84	10	0,42	a
1	53,84	10	0,42	a
0,5	53,49	10	0,42	a
4	53,48	10	0,42	a
0 (Testigo)	53,37	10	0,42	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Interpretación:

De acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5%, para altura de patrón no se ha observado diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos. Este resultado es importante porque indica que todos los tratamientos comenzaron con valores similares, y que las diferencias posteriores en caso de encontrarse, se deberían al efecto de los tratamientos.

4.1.4 Longitud del injerto (cm)

Tabla 11

Análisis de varianza para longitud del injerto (cm) en palto injertado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,66	5	1,93	1,61 ns	0,1729
Biosafe	9,66	5	1,93	1,61 ns	0,1729
Error	64,79	54	1,2		
Total	74,45	59			

ns: no significativo

CV: 8,46%

\bar{X} : 13,10 cm

Interpretación:

Para la característica longitud del injerto, según el análisis de varianza no se ha presentado diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos. El promedio para esta variable fue de 13,10 cm con un coeficiente de variabilidad de 8,46%, considerado como aceptable para investigaciones de campo según Pimentel (2015).

Tabla 12

Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para longitud del injerto (cm) en palto injertado

Biosafe (L cil⁻¹)	Longitud del injerto (cm)	n	E.E.	Significación
3	13,35	10	0,35	a
2	13,23	10	0,35	a
4	13,22	10	0,35	a
0,5	13,00	10	0,35	a
1	12,74	10	0,35	a
0 (Testigo)	12,17	10	0,35	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Interpretación:

De acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5%, para longitud del injerto no se ha observado diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos. Este resultado es importante porque indica que todos los tratamientos comenzaron con valores similares, y que las diferencias posteriores en caso de encontrarse, se deberían al efecto de los tratamientos.

4.1.5 Altura de planta (cm)

Tabla 13

Análisis de varianza para altura de planta (cm) en palto injertado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	26,24	5	5,25	2,35 ns	0,0532
Biosafe	26,24	5	5,25	2,35 ns	0,0532
Error	120,73	54	2,24		
Total	146,97	59			

ns: no significativo

CV: 2,24%

\bar{x} : 66,75 cm

Interpretación:

Para la característica altura de planta, según el análisis de varianza no se ha presentado diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos. El promedio para esta variable fue de 66,75 cm con un coeficiente de variabilidad de 2,24%, considerado como aceptable para investigaciones de campo según Pimentel (2015).

Tabla 14

Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para altura de planta (cm) en palto injertado

Biosafe (L cil⁻¹)	Altura de planta (cm)	n	E.E.	Significación
2	67,69	10	0,47	a
3	67,19	10	0,47	a
4	66,70	10	0,47	a
1	66,58	10	0,47	a
0,5	66,49	10	0,47	a
0 (Testigo)	65,54	10	0,47	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Interpretación:

De acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5%, para longitud del injerto no se ha observado diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos. Este resultado es importante porque indica que todos los tratamientos comenzaron con valores similares, y que las diferencias posteriores en caso de encontrarse, se deberían al efecto de los tratamientos.

4.2 30 días después de la aplicación de los tratamientos

4.2.1 Diámetro de tallo (mm)

Tabla 15

Análisis de varianza para diámetro de tallo (mm) en palto injertado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,96	5	1,39	3,94 **	0,0041
Biosafe	6,96	5	1,39	3,94 **	0,0041
Error	19,1	54	0,35		
Total	26,06	59			

** : significativo al 1% de probabilidad

CV: 5,00%

\bar{X} : 12,02 mm

Interpretación:

Para la característica diámetro de tallo, según el análisis de varianza se ha presentado diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos. El promedio para esta variable fue de 12,02 mm con un coeficiente de variabilidad de 5,00%, considerado como aceptable para investigaciones de campo según Pimentel (2015).

Tabla 16

Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para diámetro de tallo (mm) en palto injertado

Biosafe (L cil⁻¹)	Diámetro de tallo (mm)	n	E.E.	Significación
4	12,40	10	0,19	a
3	12,11	10	0,19	a
2	11,99	10	0,19	a
1	11,98	10	0,19	a
0,5	11,53	10	0,19	b
0 (Testigo)	11,40	10	0,19	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Interpretación:

De acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5%, para diámetro de tallo se ha observado que con las aplicaciones de Biosafe en las dosis de 1, 2, 3 y 4 L cil⁻¹ no se ha producido diferencias estadísticas entre ellas, pero sí produjeron valores mayores al testigo y a la dosis de 0,5 L cil⁻¹. Entre el testigo y la aplicación del Biosafe en la dosis de 0,5 L cil⁻¹ no hubo diferencias significativas entre ellas.

4.2.2 Diámetro de injerto (mm)

Tabla 17

Análisis de varianza para diámetro de injerto (mm) en palto injertado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,16	5	0,83	2,81 *	0,025
Biosafe	4,16	5	0,83	2,81 *	0,025
Error	16,00	54	0,30		
Total	20,16	59			

*: significativo al 5% de probabilidad

CV: 5,71%

\bar{X} : 9,55 mm

Interpretación:

Para la característica diámetro de injerto, según el análisis de varianza se ha presentado diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos. El promedio para esta variable fue

de 9,55 mm con un coeficiente de variabilidad de 5,71%, considerado como aceptable para investigaciones de campo según Pimentel (2015).

Tabla 18

Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para diámetro de injerto (mm) en palto injertado

Biosafe (L cil ⁻¹)	Diámetro de injerto (mm)	n	E.E	Significación
2	10,07	10	0,17	a
0 (Testigo)	9,64	10	0,17	b
0,5	9,48	10	0,17	b
1	9,40	10	0,17	b
4	9,38	10	0,17	b
3	9,26	10	0,17	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Interpretación:

De acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5%, para diámetro de injerto se ha encontrado que la aplicación de Biosafe en las dosis de 2 L cil⁻¹ ha producido el mayor valor (10,07 mm), siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos. Entre los demás tratamientos en estudio no se ha encontrado diferencias estadísticas entre ellos.

4.2.3 Altura de planta (cm)

Tabla 19

Análisis de varianza para altura de planta (cm) en palto injertado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	51,8	5	10,36	2,2 ns	0,0681
Biosafe	51,8	5	10,36	2,2 ns	0,0681
Error	254,79	54	4,72		
Total	306,59	59			

ns: no significativo

CV: 3,07%

\bar{x} : 70,35 cm

Interpretación:

Para la característica altura de planta, según el análisis de varianza no se ha presentado diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos en estudio. El promedio para esta variable fue de 70,35 cm con un coeficiente de variabilidad de 3,07%, considerado como aceptable para investigaciones de campo según Pimentel (2015).

Tabla 20

Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para altura de planta (cm) en palto injertado

Biosafe (L cil⁻¹)	Altura de planta (cm)	n	E.E.	Significación
2	71,90	10	0,69	a
0,5	71,20	10	0,69	a
1	71,08	10	0,69	a
3	70,75	10	0,69	a
4	70,44	10	0,69	a
0 (Testigo)	68,89	10	0,69	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Interpretación:

De acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5%, para altura de planta no se ha encontrado diferencias estadísticas entre las distintas dosis de aplicación de Biosafe y el testigo.

4.3 60 días después de la aplicación de los tratamientos

4.3.1 Diámetro de tallo (mm)

Tabla 21

Análisis de varianza para diámetro de tallo (mm) en palto injertado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,99	5	2,2	4,1 **	0,0032
Biosafe	10,99	5	2,2	4,1 **	0,0032
Error	28,96	54	0,54		
Total	39,95	59			

** : significativo al 1% de probabilidad

CV: 5,82%

\bar{X} : 12,60 mm

Interpretación:

Para la característica diámetro de tallo, según el análisis de varianza se ha presentado diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos. El promedio para esta variable fue de 12,60 mm con un coeficiente de variabilidad de 5,82%, considerado como aceptable para investigaciones de campo según Pimentel (2015).

Tabla 22

Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para diámetro de tallo (mm) en palto injertado

Biosafe (L cil⁻¹)	Diámetro de tallo (mm)	n	E.E.	Significación
4	13,15	10	0,23	a
3	12,88	10	0,23	a
2	12,79	10	0,23	a
1	12,68	10	0,23	a
0,5	12,06	10	0,23	b
0 (Testigo)	11,98	10	0,23	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Interpretación:

De acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5%, para diámetro de tallo se ha observado que con las aplicaciones de Biosafe en las dosis de 1, 2, 3 y 4 L cil⁻¹ no se ha producido diferencias estadísticas entre ellas, pero sí produjeron valores mayores al testigo y a la dosis de 0,5 L cil⁻¹. Entre el testigo y la aplicación del Biosafe en la dosis de 0,5 L cil⁻¹ no hubo diferencias significativas entre ellas.

4.3.2 Diámetro de injerto (mm)

Tabla 23

Análisis de varianza para diámetro de injerto (mm) en palto injertado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,56	5	0,91	1,93 ns	0,1049
Biosafe	4,56	5	0,91	1,93 ns	0,1049
Error	25,56	54	0,47		
Total	30,12	59			

ns: no significativo

CV: 6,71%

\bar{X} : 10,21 mm

Interpretación:

Para la característica diámetro de injerto, según el análisis de varianza no se ha presentado diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos. El promedio para esta variable fue de 10,21 mm con un coeficiente de variabilidad de 6,71%, considerado como aceptable para investigaciones de campo según Pimentel (2015).

Tabla 24

Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para diámetro de injerto (mm) en palto injertado

Biosafe (L cil ⁻¹)	Diámetro de injerto (mm)	n	E.E.	Significación
2	10,56	10	0,22	a
4	10,51	10	0,22	a
0 (Testigo)	10,36	10	0,22	a
0,5	10,19	10	0,22	a
3	10,17	10	0,22	a
1	9,73	10	0,22	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Interpretación:

De acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5%, para diámetro de injerto se ha encontrado que las aplicaciones de Biosafe en las diferentes dosis no han producido valores diferentes al testigo.

4.3.3 Altura de planta (cm)

Tabla 25

Análisis de varianza para altura de planta (cm) en palto injertado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	63,71	5	12,74	2,42 *	0,0472
Biosafe	63,71	5	12,74	2,42 *	0,0472
Error	284,07	54	5,26		
Total	347,78	59			

*: significativo al 5% de probabilidad

CV: 3,10%

\bar{x} : 73,50 cm

Interpretación:

Para la característica altura de planta, según el análisis de varianza se ha presentado diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos en estudio. El promedio para esta variable fue de 73,50 cm con un coeficiente de variabilidad de 3,10%, considerado como aceptable para investigaciones de campo según Pimentel (2015).

Tabla 26

Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para altura de planta (cm) en palto injertado

Biosafe (L cil ⁻¹)	Altura de planta (cm)	n	E.E.	Significación
2	75,06	10	0,73	a
1	74,69	10	0,73	a
0,5	74,60	10	0,73	a
3	73,90	10	0,73	a
4	73,44	10	0,73	a
0 (Testigo)	71,97	10	0,73	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Interpretación:

De acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5%, para altura de planta las aplicaciones de Biosafe en las distintas dosis de aplicación promovieron mayores valores y superiores al testigo.

4.3.4 Volumen radicular (cm³)

Tabla 27

Análisis de varianza para volumen radicular (cm³) en palto injertado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	318,84	5	63,77	4,89 **	0,0009
Tratamiento	318,84	5	63,77	4,89 **	0,0009
Error	703,98	54	13,04		
Total	1022,81	59			

** : significativo al 1% de probabilidad

CV: 17,51%

\bar{x} : 20,0 mL

Interpretación:

Para la característica volumen radicular, según el análisis de varianza se ha presentado diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos en estudio. El promedio para esta variable fue de 20 mL con un coeficiente de variabilidad de 17,51%, considerado como aceptable para investigaciones de campo según Pimentel (2015).

Tabla 28

Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para volumen radicular (cm³) en palto injertado

Biosafe (L cil ⁻¹)	Volumen radicular (cm ³)	n	E.E.	Significación
3	24,05	10	1,14	a
4	23,50	10	1,14	a
2	20,00	10	1,14	b
1	19,25	10	1,14	b
0 (Testigo)	18,90	10	1,14	b
0,5	18,05	10	1,14	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Interpretación:

De acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5%, para diámetro de tallo se ha observado que con las aplicaciones de Biosafe en las dosis de 3 y 4 L cil⁻¹ se han producido mayores volúmenes radiculares, siendo superiores a los demás tratamientos. Los tratamientos con Biosafe en las dosis de 0,5 1 y 2 L cil⁻¹ no produjeron valores diferentes al testigo.

4.3.5 Peso seco de raíz (g)

Tabla 29

Análisis de varianza para peso seco de raíz (g) en palto injertado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	144,63	5	28,93	6,93 **	<0,0001
Tratamiento	144,63	5	28,93	6,93 **	<0,0001
Error	225,53	54	4,18		
Total	370,15	59			

** : significativo al 1% de probabilidad

CV: 22,52%

\bar{x} : 9,11 g

Interpretación:

Para la característica peso seco de raíz, según el análisis de varianza se ha presentado diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos en estudio. El promedio para esta variable fue de 9,11 g con un coeficiente de variabilidad de 22,52%, considerado como alto para investigaciones de campo según Pimentel (2015).

Tabla 30

Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para peso seco de raíz (g) en palto injertado

Biosafe (L cil⁻¹)	Peso seco de raíz (g)	n	E.E.	Significación
4	10,90	10	0,65	a
3	10,90	10	0,65	a
2	9,68	10	0,65	a
0 (Testigo)	8,59	10	0,65	b
1	7,35	10	0,65	b
0,5	7,02	10	0,65	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Interpretación:

De acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5%, para peso seco de raíz se ha observado que con las aplicaciones de Biosafe en las dosis de 2, 3 y 4 L cil⁻¹ se han producido mayores pesos secos de raíces, siendo superiores a los demás tratamientos. Los pesos secos de las raíces obtenidos con las aplicaciones de Biosafe en las dosis de 0,5 y 1 L cil⁻¹ fueron similares a lo obtenido por el testigo.

4.3.6 Peso seco de tallo (g)

Tabla 31

Análisis de varianza para peso seco de tallo (g) en palto injertado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	58,23	5	11,65	1,85 ns	0,1188
Tratamiento	58,23	5	11,65	1,85 ns	0,1188
Error	340,09	54	6,3		
Total	398,32	59			

ns: no significativo

CV: 21,93%

\bar{x} : 11,29 g

Interpretación:

Para la característica peso seco del tallo, según el análisis de varianza no se ha presentado diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos en estudio. El promedio para esta variable fue de 11,29 g con un coeficiente de variabilidad de 21,93%, considerado como alto para investigaciones de campo según Pimentel (2015).

Tabla 32

Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para peso seco de tallo (g) en palto injertado

Biosafe (L cil ⁻¹)	Peso seco de tallo (g)	n	E.E.	Significación
4	12,98	10	0,79	a
2	12,64	10	0,79	a
3	11,08	10	0,79	b
0,5	10,73	10	0,79	b
1	10,64	10	0,79	b
0 (Testigo)	10,57	10	0,79	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Interpretación:

De acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5%, para peso seco de tallo se ha observado que con las aplicaciones de Biosafe en las dosis de 2 y 4 L cil⁻¹ se han producido mayores pesos secos de tallos, siendo superiores a los demás tratamientos. Los pesos secos de las raíces obtenidos con las aplicaciones de Biosafe en las dosis de 0,5; 1 y 3 L cil⁻¹ fueron similares a lo obtenido por el testigo.

4.3.7 Peso seco foliar (g)

Tabla 33

Análisis de varianza para peso seco foliar (g) en palto injertado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15,94	5	3,19	3,45 **	0,0089
Tratamiento	15,94	5	3,19	3,45 **	0,0089
Error	49,93	54	0,92		
Total	65,87	59			

** : significativo al 1% de probabilidad

CV: 21,91%

\bar{x} : 4,20 g

Interpretación:

Para la característica peso seco foliar, según el análisis de varianza se ha presentado diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos en estudio. El promedio para esta variable fue de 4,20 g con un coeficiente de variabilidad de 21,91%, considerado como alto para investigaciones de campo según Pimentel (2015).

Tabla 34

Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para peso seco foliar (g) en palto injertado

Biosafe (L cil⁻¹)	Peso seco foliar (g)	n	E.E.	Significación
4	5,28	10	0,3	a
3	4,82	10	0,3	a
2	4,41	10	0,3	b
0,5	4,07	10	0,3	b
1	3,96	10	0,3	b
0 (Testigo)	3,8	10	0,3	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Interpretación:

De acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5%, para peso seco foliar se ha observado que con las aplicaciones de Biosafe en las dosis de 3 y 4 L cil⁻¹ se han producido mayores pesos secos foliares, siendo superiores a los demás tratamientos. Los pesos secos de las raíces obtenidos con las aplicaciones de Biosafe en las dosis de 0,5; 1 y 2 L cil⁻¹ fueron similares a lo obtenido por el testigo.

4.3.8 Peso seco total (g)

Tabla 35

Análisis de varianza para peso seco total (g) en palto injertado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	469,06	5	93,81	4,75 **	0,0011
Tratamiento	469,06	5	93,81	4,75 **	0,0011
Error	1067,27	54	19,76		
Total	1536,33	59			

** : significativo al 1% de probabilidad

CV: 17,85%

\bar{x} : 24,34 g

Interpretación:

Para la característica peso seco total, según el análisis de varianza se ha presentado diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos en estudio. El promedio para esta variable fue de 24,34 g con un coeficiente de variabilidad de 17,85%, considerado como alto para investigaciones de campo según Pimentel (2015).

Tabla 36

Prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5% para peso seco total (g) en palto injertado

Biosafe (L cil⁻¹)	Peso seco total (g)	n	E.E.	Significación
4	29,16	10	1,41	a
3	26,79	10	1,41	a
2	26,72	10	1,41	a
0 (Testigo)	22,96	10	1,41	b
1	21,96	10	1,41	b
0,5	21,82	10	1,41	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Interpretación:

De acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Scott-Knott al 5%, para peso seco total se ha observado que con las aplicaciones de Biosafe en las dosis de 2, 3 y 4 L cil⁻¹ se han producido mayores pesos secos totales, siendo superiores a los demás tratamientos. Los pesos secos totales obtenidos con las aplicaciones de Biosafe en las dosis de 0,5; 1 y 2 L cil⁻¹ fueron similares a lo obtenido por el testigo.

4.3.9 Distribución de la materia seca (%)

Para la distribución de la materia seca, según el análisis de varianza se ha presentado diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos para los órganos raíces y tallos, mas no para las hojas. En términos porcentuales, el mayor porcentaje de masa seca en raíz le correspondió a la aplicación de Biosafe en la dosis de 3 L cil⁻¹. Con respecto a la masa seca del tallo, las aplicaciones de Biosafe en la dosis de 0,5 y 1 L cil⁻¹ produjeron los mayores porcentajes.

Tabla 37

Resumen de la distribución porcentual de la materia seca en palto injertado

Órgano	Biosafe (L cil ⁻¹)					
	0	0,5	1	2	3	4
	----- % -----					
Raíz (**)	37,40	32,42	33,11	35,91	40,86	37,47
Tallo (**)	46,00	48,85	48,47	47,23	40,99	44,25
Hojas (ns)	16,60	18,73	18,42	16,86	18,15	18,28

ns: no significativo; **: significativo al 1% de probabilidad.

CAPITULO V. DISCUSIONES

Para observar el efecto de las aplicaciones de los tratamientos en el crecimiento y desarrollo de las plantas es importante que éstas comiencen con valores similares en las características que se consideren a evaluar. Así, antes de la aplicación de los tratamientos con el producto Biosafe, los valores encontrados para diámetro de tallo, diámetro de injerto, altura de patrón, longitud del injerto y altura de planta, según el análisis de varianza no presentaron diferencias estadísticas, lo cual significa que todas las unidades experimentales comenzaron con valores similares para cada una de las características evaluadas.

A los 30 días después de la aplicación de los tratamientos se puede apreciar que la adición del Biosafe ha generado solamente mayor engrosamiento del tallo, pero no incidió con notoriedad en el diámetro del injerto ni en la altura de planta.

A los 60 días después de la aplicación de los tratamientos se puede apreciar que la adición del Biosafe ha generado mayor engrosamiento del tallo y altura de planta, pero no incidió con notoriedad en el diámetro del injerto.

Con respecto al volumen radicular, peso seco de raíces, peso seco de tallo, peso seco foliar, peso seco total y distribución de la materia seca, los mayores valores les correspondieron a las aplicaciones de Biosafe en las dosis de 3 y 4 L cil⁻¹.

Los resultados encontrados refuerzan lo sostenido por Red agrícola (2017) quienes sostienen que las aplicaciones de microorganismos al suelo potencian su fertilidad al fijar nitrógeno, solubilizar fósforo, descomponer la materia orgánica o secretar exudados radiculares con contenidos hormonales, las que mejoran la actividad radicular e influyen directamente en el crecimiento de las plantas, tal como se ha podido evidenciar en la presente investigación. Por su parte, Vinuesa (2002) observó que los microorganismos aplicados al suelo junto con los fertilizantes reducen su actividad, por lo que recomienda que deben ser aplicados solos. Por otra parte, Lemus (2021) confirma que el uso de microorganismos y ácidos orgánicos favorece el crecimiento vegetativo y radicular, así como promueve una mayor micorrización en el suelo.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- a) De acuerdo al objetivo general planteado, se ha encontrado efecto de la aplicación de microorganismos en el crecimiento inicial del palto injertado en condiciones de vivero.
- b) De acuerdo al primer objetivo específico, se ha encontrado efecto de la aplicación de microorganismos en las características morfológicas del crecimiento inicial del palto injertado en condiciones de vivero. Así, se obtuvieron mayores diámetros de tallo, altura de planta, volumen radicular, peso seco de raíces, peso seco de tallo, peso seco foliar y peso seco total, con las aplicaciones de Biosafe en las dosis de 3 y 4 L cil⁻¹.
- c) De acuerdo al segundo objetivo específico, se ha encontrado efecto de la aplicación de microorganismos en la distribución de la materia seca del crecimiento inicial del palto injertado en condiciones de vivero. Así, el mayor porcentaje de masa seca en raíz le correspondió a la aplicación de Biosafe en la dosis de 3 L cil⁻¹. Con respecto a la masa seca del tallo, las aplicaciones de Biosafe en la dosis de 0,5 y 1 L cil⁻¹ produjeron los mayores porcentajes.

6.2 Recomendaciones

- a) Repetir el experimento en otras condiciones de vivero y en otro tiempo.
- b) Repetir el experimento con el uso de otros patrones e injertos.
- c) Comparar el efecto de diferentes microorganismos aplicados al suelo.
- d) Evaluar el efecto de los tipos de sustratos en la actividad de los microorganismos aplicados al suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acurio, R. D., Mamarandi, J. E., Ojeda, A. G., Michelli, E., Chiluisa, V., y Vaca, I. (2020). Evaluación de bacillus spp. como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RPCV) en brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) y lechuga (*Lactuca sativa*). *Revista Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 21(3), 1-16. http://dx.doi.org/https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1465
- Ahmad, F., Ahmad, I., and Khan, M.S. (2008). Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. *Microbiological Research*, 163(2), 173-81. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2006.04.001>
- Alvarado, Y., Leiva, M., Cruz, M., Mena, E., Acosta, M., Roque, B., Pichardo, T., Garcia, L., Jimenez, F., Hurtado, O., Veitía, N., y Padron, L. (2015). Efecto de *Bacillus* spp. sobre el crecimiento y rendimiento agrícola de plantas in vitro de papa cv. 'Romano' en casa de cultivo. *Biotecnología Vegetal*, 15(2), 115-122. Recuperado de <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/viewFile/18/16>
- Alzugaray, P., Hasse, D., y Rose, R. (2004). Efecto del volumen radicular y la tasa de fertilización sobre el comportamiento en terreno de plantas de pino oregón (*Pseudotsuga mensiesii* (Mirb.) Franco) producidas con el método 1+1. *Bosque (Valdivia)*, 25(2), 17-33. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002004000200003>
- Anguiano, J. C., Flores, A., Olalde, V., Arredondo, R., y Laredo, E. (2020). Evaluación de cepas de *Bacillus subtilis* como promotoras de crecimiento vegetal. *Revista Bio Ciencias*, 6, 1-13. <https://doi.org/10.15741/revbio.06.e418>
- Ataucusi, S. (2015). *Manejo Técnico del Cultivo de Palto*. Recuperado de <https://draapurimac.gob.pe/sites/default/files/revistas/Manual%20Palta%20F.pdf>
- Bernal, J.A., y Díaz, C. A. (2008). *Tecnología para el cultivo de aguacate*. Recuperado de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13459>
- Callejas, R., Rojo, E., y Benavides, Kania, E. (2012). Crecimiento y distribución de raíces y su relación con el potencial productivo de parrales de Vides de Mesa. *Agrociencias*, 45, 23-35. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952012000100003
- Conde, P. (2019). *Estratificación en frío, corte de semillas y microorganismos eficientes en la propagación sexual de palto (*Persea americana* Mill.)*. Ayacucho. (tesis de

- pregrado). Recuperado de https://209.45.73.22/bitstream/UNSCH/3553/1/TESIS%20AG1240_Con.pdf
- González, F. H. & Fuentes, M. N. (2017). Action mechanism of five microorganism promoters of plant growth. *Revista de Ciencias Agrícolas*. 34(1), 17-31. <https://doi.org/10.22267/rcia.173401.60>
- Instituto Colombiano Agropecuario - ICA (2012). *Manejo Fitosanitario del Cultivo de Aguacate Hass (Persea americana Mill)*. Recuperado de <https://www.ica.gov.co/getattachment/4b5b9b6f-ecfc-46e1-b9ca-b35cc1cefee2/-#:~:text=En%20general%2C%20el%20aguacate%20Hass,variedades%20particu%2D%20lares%20a%20sembrar.&text=Est%20C3%A1n%20dispuestas%20de%20forma%20alterna.>
- Ivanchuk, N. (2021). Agricultura Regenerativa: Camino A Un Futuro Seguro. Recuperado de <https://eos.com/es/blog/agricultura-regenerativa/>
- Lemus, B., Venegas, E., y Pérez, M. (2021). Efecto de bioestimulantes radiculares sobre el crecimiento en plantas de aguacate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(6), 1139-40. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i6.2725>
- Lemus, G., Ferreyra, R., Gil, P., Sepúlveda, P., Maldonado, P., Toledo, C., Barrera, C., Celedon, J.M. (2010). *El cultivo del Palto*. Recuperado de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7333/Bolet%C3%ADn%20INIA%20N%C2%B0%20129%20%28reeditado%29?sequence=1&isAllowed=y>
- Márquez, K.J., Vega, L. y Alvarez, L.M. (2021). *Glosario de Términos Agronómicos*. Recuperado de <https://www.unheval.edu.pe/portal/wp-content/uploads/2021/03/Libro-GLOSARIO-DE-TERMINOS-AGRONOMICOS.pdf>
- Montañez, B. (2009). *Efecto de la micorrización en plantas de aguacate (Persea americana L.) durante la fase de vivero en suelos provenientes de los Llanos Orientales*. (tesis de posgrado). Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/70355/790646.2010.pdf?sequence=1>
- Pérez, R. (2012). *Crecimiento y maduración del fruto en aguacate (persea americana mill.) Cv. Hass*. (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/143456545.pdf>
- Pérez, S., Ávila, G., Coto, O. (2015). El aguacatero (Persea americana Mill). *Cultivos Tropicales*, 36(2), 111-123. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193239249016.pdf>

- Pozo, E. (2012). *Cultivo de Palto (Persea Americana)*. Recuperado de https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/166/1/Cultivo_palto_2012.pdf
- Red agrícola (2017). *La raíz es el cerebro de la planta*. Recuperado de <https://redagricola.com/la-raiz-es-el-cerebro-de-la-planta/>
- Reyes, A. (2019). *Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) y su aporte en la nutrición mineral del tomate (Lycopersicon sculentum L.)* (tesis doctoral). Recuperado de <http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/935/1/Tesis%20Rizobacterias%20promotoras.pdf>
- Rojas, M. M., Bello, M. A., Ríos, Y., Lugo, D., y Rodríguez, Y. (2020). Utilización de cepas de Bacillus como promotores de crecimiento en hortalizas comerciales. *Acta Agronomica*, 69(1), 54-60. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v69n1/0120-2812-acag-69-01-54.pdf>
- Soza, J. A., Ljubetic, D., y Soza, R. (s.a.) Estrategias para estimular el desarrollo radicular en vide de mesa. Recuperado de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/8543/NR33608.pdf?sequence=9&isAllowed=y>
- Velasco, A., Castellanos, O., Acevedo, G., Clarenc, R., y Rodríguez, A. (2020). Bacterias Rizosfericas con beneficios potenciales en la agricultura. *Terra Latinoamericana*, 38(2), 333-348. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i2.470>
- Vinueza, E. (2002). Incremento en la eficiencia de la fertilización de portainjertos de aguacate mediante la inoculación con micorriza vesículo-arbuscular. (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/300b7e1a-068b-4203-a4e7-b27655aa0e2a/content>
- Yataco, E. J. (2011). *Efecto de aplicación de diferentes dosis de trichoderma harzianun sobre el crecimiento de palto (persea americana mil) var. "Topa Topa" en vivero, bajo condiciones de Lunahuana. (tesis de pregrado)*. Recuperado de <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/112>

ANEXOS

Tabla 38

Datos de campo

Biosafe (L cil ⁻¹)	Repetición	Antes de la aplicación					30 días después			60 días después		
		DT(mm)	DI(mm)	Apat(cm)	Aplanta(cm)	Longitud de injerto (cm)	DT1(mm)	DI1(mm)	Aplanta1(cm)	DT2(mm)	DI2(mm)	Aplanta2(cm)
0 (Testigo)	1	10,90	8,59	52,50	65,30	12,80	11,37	9,28	67,00	12,05	9,64	70,20
0 (Testigo)	2	10,48	8,19	53,50	65,70	12,20	11,14	9,46	68,60	11,54	10,87	71,00
0 (Testigo)	3	11,03	8,91	53,10	64,10	11,00	12,01	9,59	68,20	12,32	10,19	70,90
0 (Testigo)	4	10,84	8,64	54,10	64,80	10,70	11,46	9,26	67,80	11,78	10,04	71,10
0 (Testigo)	5	11,30	8,55	54,30	67,30	13,00	12,05	9,69	71,20	12,91	10,32	73,50
0 (Testigo)	6	10,56	8,96	53,80	64,80	11,00	10,95	9,28	68,30	11,44	9,95	72,90
0 (Testigo)	7	10,99	9,19	52,20	65,10	12,90	11,37	9,79	68,80	12,10	10,51	72,50
0 (Testigo)	8	10,63	9,23	54,30	67,40	13,10	11,14	9,96	71,00	11,56	10,50	74,20
0 (Testigo)	9	10,65	8,87	53,50	64,70	11,20	10,87	9,95	67,80	11,59	10,79	70,30
0 (Testigo)	10	11,18	9,14	52,40	66,20	13,80	11,62	10,15	70,20	12,51	10,82	73,10
0,500	1	10,55	9,23	52,20	65,00	12,80	10,75	9,91	69,50	11,19	10,30	73,50
0,500	2	11,41	9,19	52,40	65,50	13,10	12,05	10,08	69,50	12,69	11,14	72,50
0,500	3	11,14	8,32	51,20	64,70	13,50	12,01	9,02	69,50	12,73	9,64	72,85
0,500	4	10,82	9,87	53,50	66,70	13,20	11,78	10,55	69,50	12,05	10,73	73,50
0,500	5	11,14	8,28	51,80	65,20	13,40	11,78	8,63	68,80	12,40	9,36	72,80
0,500	6	10,19	8,28	54,70	68,60	13,90	10,50	8,68	71,70	10,32	9,20	74,50
0,500	7	10,62	8,96	54,70	67,50	12,80	11,14	9,41	73,00	11,78	10,16	75,50
0,500	8	10,58	9,55	55,30	66,10	10,80	11,46	9,99	73,00	12,41	10,43	76,50
0,500	9	10,78	8,91	54,60	67,60	13,00	11,46	9,59	74,00	12,17	10,82	76,30
0,500	10	11,46	8,28	54,50	68,00	13,50	12,36	8,96	73,50	12,90	10,12	78,00
1,000	1	11,05	8,91	53,90	67,30	13,40	12,03	10,02	70,00	13,04	10,32	73,00
1,000	2	11,46	9,19	52,50	65,60	13,10	12,10	9,87	71,00	12,82	10,30	74,10
1,000	3	11,14	9,87	56,80	67,80	11,00	11,24	10,30	72,00	11,71	11,03	76,00
1,000	4	11,28	8,28	53,30	63,80	10,50	12,20	9,42	66,80	13,92	10,23	69,80
1,000	5	11,41	8,28	53,50	67,30	13,80	12,38	8,96	72,60	13,05	9,33	75,70
1,000	6	11,14	9,19	53,90	67,10	13,20	12,10	9,55	70,00	12,41	9,91	73,00
1,000	7	10,82	7,64	51,80	64,60	12,80	11,50	8,00	67,50	11,82	8,96	70,50
1,000	8	10,82	8,59	51,80	64,80	13,00	11,60	9,28	74,40	12,37	9,91	80,20
1,000	9	11,14	8,32	56,60	69,80	13,20	12,11	9,68	75,00	12,73	8,00	79,30
1,000	10	11,78	8,28	54,30	67,70	13,40	12,50	8,96	71,50	12,97	9,28	75,25
2,000	1	11,68	9,10	54,80	68,60	13,80	12,46	10,20	73,80	13,17	10,86	76,00
2,000	2	11,60	8,50	55,50	69,40	13,90	12,12	9,60	76,50	13,55	11,01	80,00

Biosafe (L cil ⁻¹)	Repetición	Antes de la aplicación					30 días después			60 días después		
		DT(mm)	DI(mm)	Apat(cm)	Aplanta(cm)	Longitud de injerto (cm)	DT1(mm)	DI1(mm)	Aplanta1(cm)	DT2(mm)	DI2(mm)	Aplanta2(cm)
2,000	3	11,73	9,50	53,60	64,50	10,90	12,65	10,59	69,00	13,44	11,39	73,40
2,000	4	10,82	8,87	55,90	68,40	12,50	11,64	10,06	75,00	12,41	10,65	79,50
2,000	5	10,19	9,19	52,30	65,80	13,50	10,82	10,29	67,20	11,41	10,75	70,90
2,000	6	11,14	9,55	56,00	69,20	13,20	12,17	9,99	72,50	12,75	10,59	75,50
2,000	7	10,90	8,55	54,00	68,00	14,00	11,78	9,96	73,00	12,41	10,28	75,10
2,000	8	11,73	7,96	54,00	66,00	12,00	12,37	8,96	69,80	13,01	10,03	72,80
2,000	9	11,77	8,96	55,00	69,00	14,00	12,45	9,96	71,20	13,69	8,28	73,90
2,000	10	10,82	9,55	53,50	68,00	14,50	11,46	11,10	71,00	12,10	11,72	73,50
3,000	1	11,41	8,91	55,50	68,30	12,80	12,31	9,28	73,00	13,05	9,91	75,80
3,000	2	10,82	9,19	53,30	67,70	14,40	11,52	10,49	71,50	11,98	11,05	74,50
3,000	3	11,78	8,91	54,10	66,50	12,40	12,50	9,28	68,60	13,17	9,96	72,50
3,000	4	11,46	9,23	54,00	65,80	11,80	12,73	9,55	69,50	13,41	10,23	72,40
3,000	5	11,45	8,28	54,20	69,10	14,90	12,18	8,64	73,00	12,84	9,53	75,20
3,000	6	11,69	8,28	53,00	66,00	13,00	13,64	8,96	70,00	14,28	10,03	72,50
3,000	7	10,05	8,64	54,00	68,50	14,50	10,89	9,64	71,00	11,82	11,46	75,00
3,000	8	11,37	8,64	51,80	64,40	12,60	12,32	9,20	67,80	13,43	9,93	71,20
3,000	9	11,05	8,32	55,00	68,50	13,50	12,05	8,64	72,90	13,37	9,64	76,10
3,000	10	10,19	8,28	53,50	67,10	13,60	10,99	8,95	70,20	11,42	9,96	73,80
4,000	1	10,82	8,59	51,60	65,50	13,90	11,54	9,55	68,50	12,46	10,19	72,20
4,000	2	11,10	9,23	55,30	65,80	10,50	12,30	9,96	69,50	12,81	11,28	71,90
4,000	3	11,37	8,96	54,70	68,70	14,00	13,02	9,28	72,50	14,36	11,20	75,50
4,000	4	11,10	8,64	51,60	65,80	14,20	12,40	9,32	69,00	12,97	11,06	72,50
4,000	5	11,46	8,28	54,20	68,40	14,20	12,41	8,86	73,20	12,97	10,03	75,00
4,000	6	11,73	8,32	54,70	66,20	11,50	13,05	8,84	70,50	13,97	10,10	73,50
4,000	7	11,10	8,28	51,40	64,50	13,10	13,37	8,95	67,50	13,97	10,06	69,70
4,000	8	10,55	8,91	54,00	66,80	12,80	11,83	9,59	69,90	12,35	10,12	74,20
4,000	9	11,41	9,19	54,40	67,50	13,10	12,73	10,17	71,20	13,69	10,87	74,10
4,000	10	10,19	8,59	52,90	67,80	14,90	11,32	9,28	72,60	11,98	10,16	75,80
Promedio		11,06	8,78	53,75	66,70	12,95	11,90	9,54	70,71	12,59	10,25	73,94

Tabla 39

Datos de campo

Tratamiento	Repetición	Volumen radicular (cm ³)	Peso seco raíz (g)	Peso seco tallo (g)	Peso seco foliar (g)	Peso total (g)	Porcentaje raíz (%)	Porcentaje tallo (%)	Porcentaje foliar (%)	Porcentaje total (%)
0 (Testigo)	1	17,50	7,91	10,64	3,61	22,16	35,69	48,01	16,29	100,00
0 (Testigo)	2	15,00	7,05	9,87	3,74	20,66	34,12	47,77	18,10	100,00
0 (Testigo)	3	20,00	8,52	12,29	3,83	24,64	34,58	49,88	15,54	100,00
0 (Testigo)	4	20,00	8,39	10,44	3,05	21,88	38,35	47,71	13,94	100,00
0 (Testigo)	5	20,50	9,50	11,23	4,70	25,43	37,36	44,16	18,48	100,00
0 (Testigo)	6	15,50	6,91	10,04	3,73	20,68	33,41	48,55	18,04	100,00
0 (Testigo)	7	20,00	9,43	7,70	3,67	20,80	45,34	37,02	17,64	100,00
0 (Testigo)	8	15,50	7,32	8,60	3,20	19,12	38,28	44,98	16,74	100,00
0 (Testigo)	9	25,00	10,09	12,85	4,12	27,06	37,29	47,49	15,23	100,00
0 (Testigo)	10	20,00	10,76	12,08	4,36	27,20	39,56	44,41	16,03	100,00
0,500	1	15,00	5,36	6,97	3,41	15,74	34,05	44,28	21,66	100,00
0,500	2	20,50	8,09	14,02	5,40	27,51	29,41	50,96	19,63	100,00
0,500	3	25,00	9,08	11,67	3,65	24,40	37,21	47,83	14,96	100,00
0,500	4	15,00	6,57	9,98	4,00	20,55	31,97	48,56	19,46	100,00
0,500	5	20,00	9,11	7,64	3,12	19,87	45,85	38,45	15,70	100,00
0,500	6	12,50	5,49	14,04	4,78	24,31	22,58	57,75	19,66	100,00
0,500	7	15,00	5,52	10,71	4,06	20,29	27,21	52,78	20,01	100,00
0,500	8	20,00	7,53	11,12	5,18	23,83	31,60	46,66	21,74	100,00
0,500	9	17,50	6,60	9,43	3,90	19,93	33,12	47,32	19,57	100,00
0,500	10	20,00	6,80	11,74	3,24	21,78	31,22	53,90	14,88	100,00
1,000	1	22,50	9,23	9,74	3,85	22,82	40,45	42,68	16,87	100,00
1,000	2	15,00	6,61	12,62	4,49	23,72	27,87	53,20	18,93	100,00
1,000	3	15,00	4,41	9,84	3,89	18,14	24,31	54,24	21,44	100,00
1,000	4	22,50	11,03	14,81	4,58	30,42	36,26	48,69	15,06	100,00
1,000	5	20,00	6,68	11,35	4,79	22,82	29,27	49,74	20,99	100,00
1,000	6	20,00	6,01	7,70	4,46	18,17	33,08	42,38	24,55	100,00
1,000	7	12,50	4,72	7,41	2,81	14,94	31,59	49,60	18,81	100,00
1,000	8	25,00	10,25	13,87	4,09	28,21	36,33	49,17	14,50	100,00
1,000	9	20,00	5,86	10,47	3,23	19,56	29,96	53,53	16,51	100,00

Tratamiento	Repetición	Volumen radicular (cm ³)	Peso seco raíz (g)	Peso seco tallo (g)	Peso seco foliar (g)	Peso total (g)	Porcentaje raíz (%)	Porcentaje tallo (%)	Porcentaje foliar (%)	Porcentaje total (%)
1,000	10	20,00	8,74	8,63	3,45	20,82	41,98	41,45	16,57	100,00
2,000	1	15,00	7,24	9,07	3,41	19,72	36,71	45,99	17,29	100,00
2,000	2	20,00	10,98	14,80	4,26	30,04	36,55	49,27	14,18	100,00
2,000	3	15,00	7,58	10,07	3,46	21,11	35,91	47,70	16,39	100,00
2,000	4	20,00	8,49	13,41	5,45	27,35	31,04	49,03	19,93	100,00
2,000	5	17,50	6,70	7,99	3,86	18,55	36,12	43,07	20,81	100,00
2,000	6	22,50	15,40	15,83	4,02	35,25	43,69	44,91	11,40	100,00
2,000	7	20,00	11,44	12,05	5,97	29,46	38,83	40,90	20,26	100,00
2,000	8	25,00	11,25	14,61	4,45	30,31	37,12	48,20	14,68	100,00
2,000	9	20,00	6,70	13,50	4,98	25,18	26,61	53,61	19,78	100,00
2,000	10	25,00	11,05	15,03	4,19	30,27	36,50	49,65	13,84	100,00
3,000	1	25,00	11,41	10,70	3,14	25,25	45,19	42,38	12,44	100,00
3,000	2	20,00	9,90	8,47	3,54	21,91	45,18	38,66	16,16	100,00
3,000	3	25,00	12,29	12,50	4,21	29,00	42,38	43,10	14,52	100,00
3,000	4	25,00	9,24	11,96	5,73	26,93	34,31	44,41	21,28	100,00
3,000	5	20,00	8,16	8,54	8,26	24,96	32,69	34,21	33,09	100,00
3,000	6	30,00	14,60	15,84	6,85	37,29	39,15	42,48	18,37	100,00
3,000	7	25,50	11,22	8,53	3,54	23,29	48,18	36,63	15,20	100,00
3,000	8	27,50	13,33	14,29	4,07	31,69	42,06	45,09	12,84	100,00
3,000	9	22,50	9,87	12,06	4,33	26,26	37,59	45,93	16,49	100,00
3,000	10	20,00	8,93	7,90	4,50	21,33	41,87	37,04	21,10	100,00
4,000	1	20,00	9,54	10,61	4,22	24,37	39,15	43,54	17,32	100,00
4,000	2	25,00	9,17	14,51	4,95	28,63	32,03	50,68	17,29	100,00
4,000	3	30,00	15,09	17,60	6,85	39,54	38,16	44,51	17,32	100,00
4,000	4	20,00	9,10	9,70	5,22	24,02	37,89	40,38	21,73	100,00
4,000	5	25,00	12,14	14,21	6,85	33,20	36,57	42,80	20,63	100,00
4,000	6	20,00	10,10	15,67	4,31	30,08	33,58	52,09	14,33	100,00
4,000	7	27,50	12,52	12,20	4,98	29,70	42,15	41,08	16,77	100,00
4,000	8	20,00	9,78	8,25	5,40	23,43	41,74	35,21	23,05	100,00
4,000	9	27,50	11,96	14,85	4,53	31,34	38,16	47,38	14,45	100,00
4,000	10	20,00	9,62	12,22	5,44	27,28	35,26	44,79	19,94	100,00



