

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



Tesis

Utilización de microorganismos en la propagación de palto (*Persea americana* L.)

en Andahuaylas – Apurímac

Asesor:

Dr. Medina Raya, Francisco

Autor:

Vera Velásquez, Rudy Hermenegildo

Para optar el Título Profesional:

Ingeniero Agrónomo

Portada

Andahuaylas – Apurímac – Perú

2023



Universidad Tecnológica de los Andes

Transformando vidas

ACTA DE EXAMEN DE TITULACIÓN N° 012-2023-UTEA-FI-D.

Reunidos el Jurado Examinador constituido por los señores Docentes de la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Tecnológica de los Andes:

- | | |
|-------------------------------------|------------|
| > Mg. Haydee CARRASCO USTUA | PRESIDENTE |
| > Mg. Braulio PEREZ CAMPANA | MIEMBRO |
| > Ing. Rosa Eufemia MARRUFO MONTOYA | REPLICANTE |

El aspirante al TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (A) AGRÓNOMO (A):

Bachiller: Rudy Hermenegildo VERA VELASQUEZ


Ha cumplido con las exigencias del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Tecnológica de los Andes y Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Agronomía, respecto al Examen de Sustentación, para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

SUSTENTACIÓN DE TESIS denominado: **“UTILIZACIÓN DE MICROORGANISMOS EN LA PROPAGACIÓN DE PALTO (*Persea americana* L.) EN ANDAHUAYLAS- APURÍMAC”.**


Habiendo aprobado con la nota de **QUINCE (15)**.

Se extiende, conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en el tomo III de los folios N° 160, y 161, de fecha 09 de junio del 2023.

Abancay 21 de junio del 2023


Mg. Haydee CARRASCO USTUA
PRESIDENTE DEL JURADO


Mg. Braulio PEREZ CAMPANA
DECLAMANTE


Ing. Rosa E. MARRUFO MONTOYA
REPLICANTE

Utilización de microorganismos en la propagación de palto (Persea americana L.) en Andahuaylas – Apurímac

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.utea.edu.pe

Fuente de Internet

6%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

3

Submitted to Universidad Tecnica De Ambato-
Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE

Trabajo del estudiante

1%

4

dspace.esPOCH.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

5

www.thefreelibrary.com

Fuente de Internet

<1%

6

repositorio.unh.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

7

repositorio.ujcm.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

8

agroarequipa.blogspot.com

Fuente de Internet

<1%

Metadatos complementarios

Datos del Autor	
Apellidos y nombres	: Vera Velásquez, Rudy Hermenegildo
Tipo de documento de identidad	: DNI
Número de documento de identidad	: 45660616
URL ORCID	: https://orcid.org/0009-0004-8655-7543
Datos del Asesor	
Apellidos y nombres	: Dr. Medina Raya, Francisco
Tipo de documento de identidad	: DNI
Número de documento de identidad	: 06126203
URL ORCID	: https://orcid.org/0000-0001-7330-4097
Datos de la Investigación	
Facultad	Ingeniería
Escuela Profesional	Agronomía
Línea de investigación	Agricultura y Ambiente
Rango de años en la que se realizó la investigación	2019
Fuente de financiamiento	Autofinanciado
Porcentaje de similitud	: 14 %
URL de OCDE	: https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#4.01.06

Dedicatoria

A mis padres que me han dado la existencia y con ella el potencial para superarme y esperar lo mejor en cada paso de este duro y laborioso camino de la vida. Me gustaría expresar mi gratitud por haber podido convertirme en la persona que soy hoy gracias en gran parte a la presencia de personas como ustedes.

A mis profesores y amigos, que se han descubierto unos a otros en nuestro viaje por la vida: puesto que cada uno de ustedes ha inspirado mis ambiciones y deseos de construir un mundo más compasivo y justo, quisiera expresar mi gratitud a todos aquellos que han caminado este camino.

Rudy Hermenegildo

Agradecimiento

Mis sinceros agradecimientos en primer lugar son para el creador de todo, Dios que siempre está conmigo en cada uno de mis tropiezos y aciertos.

A mis padres, quienes siempre me alentaron y ayudaron a tener éxito en todo lo que intenté.

Mi más sincero agradecimiento a todos mis profesores de la escuela secundaria y la universidad por ayudarme a adquirir las habilidades y conocimientos que me han llevado hasta este punto. Sin ustedes las ideas serían simplemente palabras, y ya conocemos la identidad de quien toma las palabras: el viento.

Me gustaría terminar expresando mi gratitud a la institución que ha requerido tanto de mí y al mismo tiempo me ha hecho posible cumplir el sueño de toda mi vida y obtener un título. Quisiera agradecer a cada directivo por el trabajo realizado y la gestión brindada, sin la cual las bases y circunstancias para adquirir nueva información no serían posibles.

Rudy Hermenegildo

Resumen

La presente investigación intitulada “Utilización de microorganismos en la propagación de palto (*Persea americana* L.) en Andahuaylas – Apurímac” tuvo una duración total de 180 días y se desarrolló en el barrio Talavera de la provincia de Andahuaylas.

Se empleó el diseño completamente al azar, en donde se distribuyeron las unidades experimentales en tres tratamientos: Injerto empalme + microorganismos, Injerto T + microorganismos e Injerto parche + microorganismos, comparándola con un testigo.

Se realizaron evaluaciones de porcentaje de germinación, diámetro del tallo, longitud de tallo y área foliar. El uso de microorganismos resultó en un 95,83% de germinación de semillas en todos los tratamientos evaluados en la primera etapa.

En la segunda etapa, donde se evalúa el tipo de injerto y el uso de microorganismos, el tratamiento que mejores resultados logró fue el Injerto empalme + microorganismos que alcanzó valores promedios de 0.4125 cm, 0.5575 cm, 0.6700 cm 0.7775 cm, 0.8975 cm, 1.01 cm y 1.1725 cm en el diámetro del tallo de palto durante los 20, 40, 60, 80, 100, 120 y 140 días respectivamente, después de realizar el injertado.

Palabras clave: microorganismos, propagación de palto.

Abstract

The present research entitled "Utilization of Microorganisms in the Propagation of Avocado (*Persea americana* L.) in Andahuaylas - Apurímac" was conducted in the district of Talavera, Andahuaylas province, over a period of 180 days.

A completely randomized design was employed, where the experimental units were distributed into three treatments: Whip-and-tongue Graft + Microorganisms, T-Bud Graft + Microorganisms, and Patch Graft + Microorganisms, compared to a control. Evaluations were performed for germination percentage, stem diameter, stem length, and leaf area. Among the treatments evaluated in the first stage, which only accounted for seed germination percentage, the use of microorganisms resulted in 95.83% germination.

In the second stage, which assessed the graft type and the use of microorganisms, the treatment that achieved the best results was the Whip-and-tongue Graft + Microorganisms, which reached average values of 0.4125 cm, 0.5575 cm, 0.6700 cm, 0.7775 cm, 0.8975 cm, 1.01 cm, and 1.1725 cm in avocado stem diameter at 20, 40, 60, 80, 100, 120, and 140 days after grafting, respectively. Average stem length was reported to be 5.1675 cm at 20 days post-grafting, 7.9025 cm at 40 days, 11.00 cm at 60 days, 14.475 cm at 80 days, 16.47 cm at 100 days, 20.650 cm at 120 days, and 25.775 cm at 140 days post-grafting, all with the same therapy.

Keywords: microorganisms, graft types, avocado propagation.

Índice de general

	Pág.
Portada	i
Acta de sustentación	ii
Reporte de similitud	iii
Metadatos complementarios	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
Índice de general.....	ix
Índice de tablas	xiii
Índice de figuras	xvi
I. Introducción	17
II. Planteamiento del problema	18
2.1. Descripción y formulación del problema	18
2.2. Objetivos.....	19
2.2.1. Objetivo general.....	19
2.2.2. Objetivos específicos	19
2.3. Justificación de la investigación.....	19
2.4. Hipótesis	20
2.4.1. Hipótesis general	20
2.4.2. Hipótesis específicos	20
2.5. Variables.....	20
III. Marco teórico	22

3.1. Antecedentes.....	22
3.1.1. A nivel internacional.....	22
3.1.2. A nivel nacional.....	23
3.2. Bases Teóricas.....	25
3.2.1. Denominaciones del palto a nivel internacional.....	25
3.2.2. Origen del cultivo de palto.....	25
3.2.3. Clasificación taxonómica del palto.....	26
3.2.4. Razas de palto.....	26
3.2.5. Variedades.....	26
3.2.6. Requerimiento de suelo y agua.....	29
3.2.7. Requerimiento agroecológico de la albahaca.....	30
3.2.8. Riego en el cultivo de palto.....	30
3.2.9. Variedades de albahaca.....	30
3.2.10. Podas en el cultivo de palto.....	34
3.2.11. Cosecha e índice de cosecha.....	35
3.2.12. Propagación del palto.....	36
3.2.13. Injertación.....	37
3.2.14. Microorganismos.....	41
3.3. Definición de términos.....	42
3.3.1. Semilla.....	42
3.3.2. Germinación.....	42
3.3.3. Patrón.....	42
3.3.4. Yema.....	42
3.3.5. Sustrato agrícola.....	43
VI. Metodología de la investigación.....	44

4.1. Tipo y nivel de investigación.....	44
4.2. Ámbito temporal y espacial.....	46
4.3. Población y muestra	46
4.4. Instrumentos.....	46
4.5. Procedimientos.....	46
4.6. Consideraciones éticas.....	47
V. Resultados y discusión.....	48
5.1. Resultados.....	48
5.1.1. Germinación de semilla de palto.....	48
5.1.1.1. Germinación de semilla de palto a los 20 días.....	48
5.1.1.2. Germinación de semilla a los 40 días.....	49
5.1.2. Evaluación del tipo de injerto en la propagación de palto	51
5.1.2.1. Diámetro de tallo a los 20 días después del injertado..	51
5.1.2.2. Diámetro de tallo a los 40 días después del injertado..	53
5.1.2.3. Diámetro de tallo a los 60 días después del injertado..	55
5.1.2.4. Diámetro de tallo a los 80 días después del injertado..	57
5.1.2.5. Diámetro de tallo a los 100 días después del injertado	60
5.1.2.6. Diámetro de tallo a los 120 días después del injertado	62
5.1.2.7. Diámetro de tallo a los 140 días después del injertado	64
5.1.2.8. Longitud de tallo a los 20 días después del injertado...	66
5.1.2.9. Longitud de tallo a los 40 días después del injertado...	68
5.1.2.10. Longitud de tallo a los 60 días después del injertado...	70
5.1.2.11. Longitud de tallo a los 80 días después del injertado...	72
5.1.2.12. Longitud de tallo a los 100 días después del injertado.	74
5.1.2.13. Longitud de tallo a los 120 días después del injertado.	76

5.1.2.14. Longitud de tallo a los 140 días después del injertado .	78
5.1.2.15. Número de hojas a los 140 días después del injertado	80
5.1.2.16. Área foliar a los 100 días después del injertado.....	82
5.2. Discusiones	85
VI. Conclusiones	86
VII. Recomendaciones	87
VIII. Referencias.....	88
IX. ANEXOS.....	93

Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1. Operacionalización de variables.....	21
Tabla 2. Denominaciones del palto	25
Tabla 3. Fertilización en el cultivo del palto.....	30
Tabla 4. Germinación de semilla a los 20 días.....	48
Tabla 5. Análisis de varianza para germinación – 20 dds	49
Tabla 7. Promedio de germinación de semillas a los 40 días.	50
Tabla 8. Análisis de varianza para germinación – 40 dds	50
Tabla 9. Diámetro del tallo a los 20 días después del injertado	51
Tabla 10. Análisis de varianza para diámetro de tallo (cm) – 20 ddi	52
Tabla 11. Prueba de Tukey para diámetro de tallo (cm) – 20 ddi.....	52
Tabla 12. Diámetro de tallo a los 40 días después del injertado	53
Tabla 13. Análisis de varianza para diámetro de tallo (cm) – 40 ddi	54
Tabla 14. Prueba de Tukey para diámetro de tallo (cm) – 40 ddi.....	54
Tabla 15. Diámetro de tallo a los 60 días después del injertado.	55
Tabla 16. Análisis de varianza para diámetro de tallo (cm) – 60 ddi	56
Tabla 17. Prueba de Tukey para diámetro de tallo (cm) – 60 ddi.....	57
Tabla 18. Diámetro de tallo a los 80 días después del injertado	58
Tabla 19. Análisis de varianza para diámetro de tallo (cm) – 80 ddi.	58
Tabla 20. Prueba de Tukey para diámetro de tallo (cm) – 80 ddi.....	59
Tabla 21. Diámetro de tallo a los 100 días después del injertado.	60
Tabla 22. Análisis de varianza para diámetro de tallo (cm) – 100 ddi	60
Tabla 23. Prueba de Tukey para diámetro de tallo (cm) – 100 ddi.....	61
Tabla 24. Diámetro de tallo a los 120 días después del injertado	62

Tabla 25. Análisis de varianza para diámetro de tallo (cm) – 120 ddi	62
Tabla 26. Prueba de Tukey para diámetro de tallo (cm) – 120 ddi.....	62
Tabla 27. Diámetro de tallo a los 140 días después del injertado	64
Tabla 28. Análisis de varianza para diámetro de tallo (cm) – 140 ddi	64
Tabla 29. Prueba de Tukey para diámetro de tallo (cm) – 140 ddi.....	65
Tabla 30. Longitud del tallo a los 20 días después del injertado	66
Tabla 31. Análisis de varianza para longitud de tallo (cm) – 20 ddi.....	67
Tabla 32. Prueba de Tukey para longitud de tallo (cm) – 20 ddi	67
Tabla 33. Longitud del tallo a los 40 días después del injertado	68
Tabla 34. Análisis de varianza para longitud de tallo (cm) – 40 ddi.....	69
Tabla 35. Prueba de Tukey para longitud de tallo (cm) – 40 ddi	69
Tabla 36. Longitud del tallo a los 60 días después del injertado.....	70
Tabla 37. Análisis de varianza para longitud de tallo (cm) – 60 ddi.....	71
Tabla 38. Prueba de Tukey para longitud de tallo (cm) – 60 ddi.....	71
Tabla 39. Longitud del tallo a los 80 días después del injertado	72
Tabla 40. Análisis de varianza para longitud de tallo (cm) – 80 ddi.....	73
Tabla 41. Prueba de Tukey para longitud de tallo (cm) – 80 ddi.....	73
Tabla 42. Longitud del tallo a los 100 días después del injertado	74
Tabla 43. Análisis de varianza para longitud de tallo (cm) – 100 ddi.....	75
Tabla 44. Prueba de Tukey para longitud de tallo (cm) – 100 ddi.....	75
Tabla 45. Longitud del tallo a los 120 días después del injertado	76
Tabla 46. Análisis de varianza para longitud de tallo (cm) – 120 ddi.....	77
Tabla 47. Prueba de Tukey para longitud de tallo (cm) – 120 ddi	77
Tabla 48. Longitud del tallo a los 140 días después del injertado.....	78
Tabla 49. Análisis de varianza para longitud de tallo (cm) – 140 ddi.....	79

Tabla 50. Prueba de Tukey para longitud de tallo (cm) – 140 ddi	79
Tabla 51. Número de hojas a los 140 días después del injertado	80
Tabla 52. Análisis de varianza para número de hojas – 140 ddi.	81
Tabla 53. Prueba de Tukey para número de hojas – 140 ddi.....	81
Tabla 54. Área foliar a los 140 días después del injertado.....	82
Tabla 55. Análisis de varianza para área foliar (cm ²) – 140 ddi	82
Tabla 56. Prueba de Tukey para área foliar (cm ²) – 140 ddi.	83
Tabla 57. Matriz de consistencia	93

Índice de figuras

	Pág.
Figura 1. Tratamientos distribuidos en campo.....	45
Figura 2. Gráfico de caja y bigotes para germinación – 20 dds.....	49
Figura 3. Gráfico de caja y bigotes para germinación – 40 dds.....	51
Figura 4. Gráfico de caja y bigotes para diámetro de tallo (cm) – 20 ddi.	53
Figura 5. Gráfico de caja y bigotes para diámetro de tallo (cm) – 40 ddi	55
Figura 6. Gráfico de caja y bigotes para diámetro de tallo (cm) – 60 ddi.	57
Figura 7. Gráfico de caja y bigotes para diámetro de tallo (cm) – 80 ddi	59
Figura 8. Gráfico de caja y bigotes para diámetro de tallo (cm) – 100 ddi.	61
Figura 9. Gráfico de caja y bigotes para diámetro de tallo (cm) – 120 ddi.	63
Figura 10. Gráfico de caja y bigotes para diámetro de tallo (cm) – 140 ddi.	66
Figura 11. Gráfico de caja y bigotes para longitud de tallo (cm) – 20 ddi.....	68
Figura 12. Gráfico de caja y bigotes para longitud de tallo (cm) – 40 ddi.....	70
Figura 13. Gráfico de caja y bigotes para longitud de tallo (cm) – 60 ddi.....	72
Figura 14. Gráfico de caja y bigotes para longitud de tallo (cm) – 80 ddi.....	74
Figura 15. Gráfico de caja y bigotes para longitud de tallo (cm) – 100 ddi.....	76
Figura 16. Gráfico de caja y bigotes para longitud de tallo (cm) – 120 ddi.....	78
Figura 17. Gráfico de caja y bigotes para longitud de tallo (cm) – 120 ddi.....	80
Figura 18. Gráfico de caja y bigotes para número de hojas – 140 ddi.	82
Figura 19. Gráfico de caja y bigotes para área foliar (cm ²) – 140 ddi.....	83

I. Introducción

Debido al aumento de la población mundial y al consiguiente aumento del consumo de alimentos, la búsqueda de técnicas ecológicamente benignas y económicamente viables para ampliar la producción agrícola ha pasado a ocupar un lugar destacado en la agenda mundial. En este contexto, la propagación de cultivos desempeña un papel crucial, y en particular, el cultivo del palto ha adquirido gran relevancia debido a su valor nutricional y su amplio consumo tanto a nivel local como internacional. Sin embargo, los desafíos asociados con la propagación de este cultivo han impulsado la exploración de enfoques innovadores y sostenibles para mejorar la producción y la calidad de los plantines de palto.

Uno de estos enfoques emergentes es la utilización de microorganismos benéficos en la agricultura, una estrategia que aprovecha las interacciones simbióticas entre las plantas y ciertas especies microbianas para promover el crecimiento y la salud vegetal. En este contexto, la presente tesis se enfoca en la "Utilización de microorganismos en la propagación de palto (*Persea americana* L.) en Andahuaylas – Apurímac", el propósito de este estudio es examinar los efectos del uso de microorganismos benéficos en la germinación de semillas y la propagación en viveros de plántulas de aguacate en esta área.

II. Planteamiento del problema

2.1. Descripción y formulación del problema

En cuanto a la problemática del cultivo de la palta en el Perú podemos mencionar un abanico de retos; no obstante, los más significativos van en la búsqueda permanente de germoplasma libre de enfermedades tanto de los cultivares como en portainjertos, un mayor acceso a nuevos mercados es posible mediante la adopción de prácticas de MIP, que mejoran la regulación de la floración y la fructificación y la gestión de la salud.

Actualmente en la región Apurímac se cuenta con hectáreas instaladas de palta cv. Hass y Fuerte en plena producción. A pesar de los apoyos hacia los productores de palto por parte del gobierno regional y las municipalidades, hasta la fecha se evidencia carencia en estudios que permitan identificar los factores productivos de mayor incidencia en la producción de palto a nivel de vivero. Por otra parte, se sabe que existen pérdidas muy importantes de plantas en viveros, esto ocurre durante la germinación e injertación; se han identificado el sustrato, la semilla y las variables fisiológicas como causas potenciales de estas pérdidas.

De la rutina. Y, de otra parte, tanto productores como asociaciones de productores en la provincia de Andahuaylas y distrito de Talavera dedicados a la producción de palto enfrentan el reto incorporar o desarrollar técnicas que permitan asegurar la propagación de paltos para que a futuro obtengan cosechas de buena calidad.

A) Problema general

¿Cuál es el efecto de la utilización de microorganismos en la propagación de palto?

B) Problema específico

- ¿Cuál es el efecto de la utilización de microorganismos en la germinación de semillas de palto?
- ¿Cuál es el tipo de injerto con más vigor en la propagación de palto para obtener plántones vigorosos en condiciones de vivero?

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la utilización de microorganismos en la propagación de palto (*Persea americana* L.) en Andahuaylas – Apurímac.

2.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la utilización de microorganismos en la germinación de semillas de palto.
- Determinar el tipo de injerto con más vigor en la propagación de palto para obtener plántones vigorosos en condiciones de vivero.

2.3. Justificación de la investigación

El presente trabajo de investigación es de suma importancia porque nace como producto de la identificación de la realidad frutícola en el distrito de Andahuaylas, esto demuestra la necesidad de enfoques novedosos para la propagación del cultivo de aguacate y cuyos efectos puedan verse en una cadena de producción mejorada de aguacate; la realización de esta investigación nos permitirá hacer una valiosa contribución a la mejora de las técnicas de instalación y manejo de cultivos. En concreto, pretendemos incorporar como herramienta adicional la utilización de microorganismos durante los procesos de germinación de semillas y de injerto. Este enfoque tiene el potencial de mejorar la producción de cultivos y fomentar la competitividad dentro del mercado.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La utilización de microorganismos tiene efectos significativos en la propagación de palto (*Persea americana* L.) en Andahuaylas – Apurímac.

2.4.2. Hipótesis específicos

- Si existe efectos significativos de la utilización de microorganismos en la germinación de semillas de palto.
- Existe al menos un tipo de injerto con más vigor en la propagación de palto para obtener plantones vigorosos en condiciones de vivero.

2.5. Variables

A) Variable independiente 1: Microorganismos

- **Definición conceptual:** (Montaño et al. 2010), son los seres más primitivos y numerosos que existen en la Tierra, colonizan todo ambiente: suelo, agua y aire, participan de forma vital en todos los ecosistemas y están en interacción continua con las plantas, los animales y el hombre. Los microorganismos son clave para el funcionamiento de los sistemas biológicos y el mantenimiento de la vida sobre el planeta, pues participan en procesos metabólicos, ecológicos y biotecnológicos de los cuales dependemos para sobrevivir y enfrentar los retos del futuro.
- **Definición operacional:** Se aplicó la dosis de los microorganismos a cada individuo con sus respectivos injerto tipo común, injertos injerto Tipo T, tipo parche, injerto de empalme.

B) Variable dependiente 2: Propagación de palto

- **Definición conceptual:**

INIA (2011), menciona que es un método de propagación vegetativa sistematizado por Frölich y Platt (1971) alternativo a la propagación por semilla, que consiste en la injertación de plumas o baretas del cultivar portainjerto sobre un tallo proveniente de semilla a la que se denomina nodriza; luego del brotamiento de este injerto.

- **Definición operacional:**

El injerto de palto se medirá en términos porcentaje de germinación de semilla y las características agronómicas del injerto, tales como diámetro, longitud de tallo, número de hojas, área foliar. Se realizarán mediciones periódicas durante el ciclo de cultivo para evaluar el desarrollo de las plántulas injertadas.

C) Operacionalización de variables

Tabla 1.
Operacionalización de variables

Variable dependiente	Dimensión	Indicadores	Unidad
Propagación de palto	Germinación de semillas de palto	Número de semillas germinadas.	porcentaje
		Diámetro del tallo.	centímetros
	Tipo de injerto	Longitud del tallo.	centímetros
		Número de hojas	Unidad
		Área foliar	cm ²
Variable independiente	Dimensión	Indicadores	Unidad
Microorganismos	Microorganismos	Dosis de aplicación por planta	g/l

Fuente: Elaboración propia

III. Marco teórico

3.1. Antecedentes

3.1.1. A nivel internacional

Amaguaya (2019), realizó su estudio en la parroquia El Rosario del cantón Guano con la intención de evaluar la eficacia de tres injertos distintos en cuatro tipos distintos de aguacate para uso en vivero. El estudio utilizó un diseño de bloques totalmente al azar (DBCA) con configuración de tres factores en parcelas subdivididas, que incluyó 48 tratamientos y tres repeticiones. El injerto fue sometido a los siguientes tratamientos: espiga terminal (M1), yema (M2) y espiga lateral (M3) en cuatro variedades de aguacate: Fuerte (V1), Hass (V2), Guatemalteca (V3), así como varias fases de luna menguante (F4), incluyendo luna llena (F3), luna creciente (F2) y luna nueva (F1) los factores examinados fueron el número de días que tardó en desarrollarse el primer conjunto de hojas después del injerto, el porcentaje de fijación exitosa, la altura de la planta y su diámetro.

La comparación del número de días entre el injerto y el primer desarrollo de hojas durante el primer cuarto de luna reveló que la variedad Antillano tuvo la mayor tasa de éxito de injerto de las tres evaluadas; además, los injertos terminales de púas de los tipos Fuerte y Hass muestran su mayor crecimiento alrededor de la luna llena.

Mejía (2010), en su trabajo realizado en el colegio “Galo Plaza Lasso” del cantón Bolívar, el propósito de este estudio fue comparar cuatro sustratos y condiciones de maceta diferentes para establecer exitosamente injertos de espigas terminales y laterales de aguacate robusto en portainjertos de aguacate nacional. El estudio utilizó un RBCD con ocho tratamientos y cuatro repeticiones para garantizar la validez estadística.

3.1.2. A nivel nacional

Julca (2019), específicamente, quería ver cómo se comportaban dos portainjertos de aguacate cuando se injertaban en dos tipos comerciales, por lo que realizó su estudio en el pueblo de Shoca en la región de Llumpa en Ancash. Para producir este estudio, empleo un diseño completamente aleatorio, incluyó la asignación aleatoria de los cuatro tratamientos cinco veces, el conteo de brotes, la evaluación de la altura del injerto 90 días después del injerto y la evaluación de la tasa de germinación, el diámetro del tallo a los cuatro meses, la tasa de brotación, el recuento de hojas y la altura del injerto; se realizó un análisis de varianza al nivel de significancia del 5% para comparar las medias de los resultados.

Los resultados mostraron que la variedad Zutano tuvo la mayor tasa de germinación (97,80%), seguida de la variedad Mexicano (84,6%); a los cuatro meses de vida, las plantas de Zutano ya habían alcanzado una altura de 34,6 centímetros, mientras que las plantas de Mexicano solo alcanzaban una altura de 19,6 centímetros. A los seis meses de edad, el portainjerto Zutano medía 1,54 cm de diámetro, mientras que el portainjerto mexicano medía 1,16 cm. En términos de rendimiento porcentual, el portainjerto Zutano al que se le injertó la variedad Fuerte obtuvo mejores resultados que el portainjerto Zutano al que se le injertó la variedad Hass (68,4% frente a 74,4%). La variedad Zutano que fue injertada con la variedad Fuerte produjo 17 hojas luego del procedimiento de injerto, que duró 90 días. A esta le siguió la variedad Zutano a la que se le injertó la variedad Hass, la cual produjo 15 hojas. El Zutano injertado con la variedad Fuerte midió 20,8 centímetros de altura, mientras que el Zutano injertado con el tipo Mexicano alcanzó un máximo de 18,8 centímetros.

Yanac (2019), su investigación en Sanachgan, Distrito Fidel Olivas Escudero, Provincia Mariscal Luzuriaga, tuvo como objetivo comparar dos injertos de la variedad Hass sobre portainjertos mexicanos. El estudio utilizó un diseño cruzado doble ciego (DBCA) con dos condiciones de tratamiento y cuatro repeticiones. Los valores medios se compararon entre tratamientos mediante un análisis de varianza (ANVA) a un nivel de significancia del 5%. A = injerto inglés estándar, B = injerto de púas; estos son los procedimientos que se realizaron. A los 90 días post-injerto, el injerto de espiga tuvo el mayor porcentaje de toma, la mayor cantidad de hojas (3 unidades), la mayor altura de planta (6,25 cm) y el menor diámetro (0,43 cm).

Acuña (2017), se injertaron dos clones de yemas de Hass y un clon de yemas de Fuerte en un portainjerto de aguacate mexicano (*Persea Americana* Mill) en Vilcabamba Cusco, Perú, utilizando tres procedimientos de injerto diferentes. Para el propósito del experimento se utilizó un diseño de bloques totalmente al azar (DBCA) con arreglo factorial 2x3x2 (dos variedades de aguacate, Hass y Fuerte, junto con tres variaciones de injerto y dos variantes de yema). Según los resultados, todos los injertos de tipo pua central de los tipos Hass y Fuerte se injertaron con éxito para proporcionar una tasa de éxito del 100%. La variedad Fuerte superó a la variedad Hass con 13 hojas por yema, mientras que la variedad Fuerte injertada en espiga central también superó a los demás tratamientos con 17 hojas. También fue el tipo de injerto de espiga central y la variedad de yema terminal fuerte las que produjeron la mayor cantidad de hojas. La técnica Fuerte, en la que se injerta una yema terminal en una espiga central, produjo el mayor diámetro (3,78 cm). El cultivar Fuerte con injerto de espiga central y yema terminal creció hasta una altura máxima de 14,58 cm. El injerto Fuerte, que combinaba una yema terminal con una espiga central, produjo el resultado más deseable: tres nuevas ramas.

Ninaraque (2013), desarrolló su trabajo de investigación llevado a cabo en el Instituto de Investigación, Producción y Extensión Agraria (INPREX) el objetivo principal fue comparar tres clones de injerto y dos de yema del cultivar Hass cultivados al estilo Topa Topa de Palto.

En este estudio, comparamos dos tipos de yemas (terminales y axilares) y tres métodos de injerto (corona, espiga y doble inglés) utilizando un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones.

Después de 180 días, los resultados mostraron que tanto los injertos de espiga como de yema terminal, así como los injertos dobles de yema inglesa y axilar, así como los injertos dobles y de yema inglesa terminal, tuvieron éxito. El injerto doble inglés registró la altura más larga de todos los injertos con 18,12 cm.

3.2. Bases Teóricas

3.2.1. Denominaciones del palto a nivel internacional

Tabla 2.

Denominaciones del palto

Inglaterra	Avocado, Avocado Pear, Butter pear.
Francia	Avocet, Laurier Avocat, Poir D'alligator.
Alemania	Abakate, Aguacatebaum, Advocatbirne.
Holanda	Advocaat.
Italia	Aguacate, Avocado, Alloro Avocado.
Portugal	Abacate, Albacate, Avocateiro.
Otras	Palta, Avocado, Ahuacate, Aucatl, Ahuacatl, Curo, Pahua, Palto, Zabocá, Aguacate de Mico.

Fuente: Díaz Robledo, J. (2004). Descubre los frutos exóticos. Ediciones Norma: España.

3.2.2. Origen del cultivo de palto

Al respecto Bernal y Díaz (2008) la evidencia sugiere que el aguacate se originó en América, y que la especie original probablemente se originó en la región montañosa que separa el oeste de México y Guatemala. Su área de distribución

nativa abarca la mayor parte de América del Sur y Central, incluidos México, América Central, Colombia, Venezuela y Ecuador, y termina en Perú.

3.2.3. Clasificación taxonómica del palto

Baiza y Hurtado (2003), describe las siguientes categorías generales en las que se incluyen los aguacates en el campo de la botánica:

Clase: Dicotyledonea.

Orden: Ranales.

Familia: Lauraceae.

Género: Persea

Especie: americana

3.2.4. Razas de palto

De acuerdo a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México (2012), los aguacates se clasifican en las siguientes razas: la raza mexicana caracterizada por la gran resistencia que presenta a climas fríos y su elevado contenido de aceite, la raza antillana reconocida por su capacidad para adaptarse al clima tropical.

3.2.5. Variedades

La Dirección General de Información Agraria del Perú (2008), indica que las variedades de mayor importancia para el mercado son:

Hass (Guatemalteca x Mexicana)

Los frutos ovalados piriformes pesan entre 200 y 300 gy son de excelente calidad; la planta es originaria de los Estados Unidos (el estado de California). La cáscara o piel es bastante gruesa y granular, lo que facilita su eliminación. A medida que el caparazón crece, se transforma de verde a morado. De tamaño pequeño, su semilla carece de fibra y tiene un contenido de aceite del 18% al 22%.

Fuerte (Guatemalteca x Mexicana)

Fue creado en México después de que se recolectara un brote de un árbol nativo de Atlixo para su estudio. Tiene varias características con las poblaciones mexicana y guatemalteca. La fruta suele tener un tamaño de 10 a 12 centímetros de circunferencia y pesa entre 300 y 400 gramos. La cáscara, también conocida como piel, tiene un tono verdoso y puede describirse como una textura un poco arenosa cuando se toca. Además, es sencillo de retirar de la pulpa.

Nabal

Esta variedad de palto posee un fruto redondo, peso entre los 450 a 550 gramos al alcanzar la madurez, su cáscara se caracteriza por ser rugosa y presenta una tonalidad verde oscuro.

Ettinger

Su fruto presenta forma oval alargada, mediano en tamaño, cáscara muy lisa y de coloración verde brillante. La pulpa carece de fibra, pero, de excelente calidad.

Edranol

La variedad Edranol se caracteriza por ser un árbol con desarrollo medio y sus frutos son del tipo piriformes. El peso habitual del fruto oscila entre 260 y 300 gramos, y su cáscara es rugosa y de color verde. En cuanto a la pulpa, esta presenta buen sabor y la cantidad de aceite corresponde a un 22%.

Bacón

Esta variedad es oriunda de California y una de sus cualidades es la buena resistencia al frío. Su fruto tiene forma ovalada, peso que va de los 250 300 gramos.

Negra de la Cruz

Conocida como Prada o Vicencio. La hibridación natural en Olmué puede haber dado como resultado esta planta, que tiene un parecido sorprendente con la

variante mexicana Leucaria en todo excepto en el nombre. Por lo tanto, es posible catalogarlo como un cruce entre la cocina guatemalteca y mexicana. Es un árbol de rápido crecimiento, prematuro y excepcionalmente regordete que tiene una madera increíblemente suave. Condiciones climáticas

Bernal y Díaz (2008), señalan los siguientes requerimientos:

Temperatura

En los trópicos, la altitud es el factor principal para establecer un rango de temperatura apropiado; mientras que la época del año y la inclinación del eje de la Tierra desempeñan un papel en la determinación de la temperatura promedio en la zona subtropical, lo que da lugar a dos estaciones cálidas y frías distintas. La *Persea Americana* var. *drymifolia*, a menudo conocida como raza mexicana, es la única de las tres razas que puede sobrevivir en climas muy fríos. Puede soportar temperaturas tan bajas como 2,2 grados centígrados, aunque prospera a temperaturas entre 5 y 17 grados centígrados. *Persea nubigena* var. *guatemalensis*, esta especie, originaria de Guatemala, puede prosperar en climas subtropicales.

Humedad Relativa

El aguacatero capaz de soportar condiciones que van desde húmedas a semihúmedas, con distintas estaciones húmedas y secas. Aunque las variedades mexicana, guatemalteca y antillana se desarrollan bien en ambientes de baja humedad, la secuencia en la que se adaptan es lo más importante.

Precipitación

La raza mexicana, por ejemplo, necesita una precipitación anual de más de 1.500 milímetros para prosperar; se requieren menos de 1500 milímetros por año para la raza guatemalteca, mientras que para la raza antillana se necesitan menos

de 1000 milímetros por año. El aguacate tiene una alta tolerancia a las condiciones húmedas.

Viento

Dado que los árboles de aguacate tienen ramas excepcionalmente frágiles, esta es una preocupación crucial que debe abordarse mediante la instalación de cortinas cortavientos. Una rama puede romperse si la velocidad del viento supera los 20 kilómetros por hora o se mantiene constante.

Altitud

Las tres especies se distinguen por sus respectivas tolerancias a la altitud. Si bien la especie mexicana necesita menos de 2.000 metros de elevación para florecer, colocándola en el frío piso técnico, la variedad guatemalteca se desarrolla mejor entre 800 y 2.400 metros de altura, tener la capacidad de fijar pisos térmicos a temperaturas frías leves a medias; la raza antillana tiene un rango de adaptabilidad que se extiende desde el nivel del mar hasta los 800 metros, colocándola en el cálido piso térmico

3.2.6. Requerimiento de suelo y agua

La asfixia de las raíces es un problema importante en la producción de aguacate, y la clase de textura arcillosa con drenaje deficiente es una fuente importante de este problema. Las raíces florecen en suelos de textura fina y drenaje adecuado. También es necesario un suelo rico en materiales orgánicos (Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile, 2010).

Podemos caracterizar las necesidades de suelo y agua de este árbol frutal de la siguiente manera: un rango de pH de 5,5 a 7,5 en un suelo franco arenoso y suelto; a 25 grados centígrados, la salinidad no debería ser superior a 3 mmhos/cm².

No debe haber más de 850 ppm de sólidos disueltos totales en el agua.

3.2.7. Requerimiento agroecológico de la albahaca

La fertilización es un aspecto clave en el cultivo de palto (aguacate) ya que influye directamente en el crecimiento, desarrollo y producción de la planta. En la tabla 2 se presenta algunas pautas generales sobre la fertilización en el cultivo de palto:

Tabla 3.

Fertilización en el cultivo del palto

EDAD DE PLANTA (AÑOS)	CANTIDADES DE ABONOS: g/planta			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
2	87 – 115	87 – 115	87 – 115	43.5 – 57.5
5	294 – 345	98 – 115	392 – 460	98 – 115
8	585 – 684	195 – 228	780 – 912	195 – 228

Fuente: Baraona Cockrell, M., Sancho Barrantes, E. (2000). Fruticultura Especial: Aguacate y Mango. San José: EUNED.

3.2.8. Riego en el cultivo de palto

Agustí (2010), sugiere que en las regiones subtropicales húmedas, las contribuciones óptimas de 4000 a 8000 m³/ha mediante riego localizado son óptimas.

Aproximadamente 12.000 m³/ha/año son utilizados por los aguacates en sistemas de riego por gravedad, mientras que 8.000 m³/ha/año son utilizados por plantaciones de 10 años que utilizan riego por goteo. De manera similar, suelos que han sido cubiertos con mantillo (una cubierta hecha de plantas muertas), con cultivos de cobertura o con altos niveles de materia orgánica.

3.2.9. Variedades de albahaca

Tenorio (2007), sostiene que las principales plagas en el cultivo de palto que causan daños significativos al fruto son las arañuelas, trips, cochinillas, etc.

Lamentablemente, la cosecha de aguacate también se ve amenazada por una serie de enfermedades, la más devastadora de las cuales es el dolor del aguacate, causado por el hongo *Phytophthora cinnamomi*.

Insectos y ácaros

En el Perú existen insectos y ácaros que impactan de manera negativa en la producción de palto, siendo estos de mayor importancia:

1. Escama blanca de la hiedra (*Aspidiotus nerii*)
2. Trips del palto (*Heliothrips haemorrhoidalis*)
3. Conchuela negra del olivo (*Saissetia oleae*)
4. Conchuela piriforme (*Protopulvinaria pyriformis*)
5. Arañita del palto (*Oligonychus yothersi*)

Los daños de estas plagas están más orientados al deterioro del fruto en apariencia esto debido a la presencia de fumagina y por los daños directo a la epidermis del fruto, producido por los trips del palto.

Enfermedades

Los daños ocasionados por el hongo *Phytophthora cinnamomi* resulta de mayor importancia fitosanitaria en nuestro país debido a los daños que ocasiona en el árbol de palto. *Phytophthora cinnamomi* las raíces del árbol mueren, sus hojas se vuelven amarillas, sus hojas se caen, sus frutos son pequeños y se quema con el sol. Cuando la enfermedad se vuelve grave, los aguacates suelen morir. Las condiciones más amigables para el incremento de la enfermedad son el exceso de humedad y la presencia de suelos pesados con mal drenaje, pH moderadamente ácido y temperatura del suelo elevada.

La forma como contrarrestar el ataque de *P. cinnamomi* es a través del manejo integrado. Por un lado, contenido de agua apropiada en el suelo, niveles altos de

materia orgánica en suelo ya sea por la aplicación de compost o guano. También se debe considerar la utilización de material vegetal resistente a enfermedades, principalmente en forma de portainjertos.

No obstante, resulta de mucha importancia llevar a cabo un plan preventivo sujeto a:

a) Se deben restringir los movimientos de tierra y agua desde lugares donde se ha detectado esta enfermedad.

b) Empleo de plantas libres de esta enfermedad.

c) Elección de zonas de cultivo con buen drenaje y de textura suelta.

Otras alternativas de control son:

El impacto de la solarización al matar el inóculo de hongos del suelo justifica el aumento de la temperatura del suelo.

Otras enfermedades secundarias:

- Antracnosis, agente causal *Colletotrichum gloeosporioides*, ocasiona daños en el fruto: manchas negras circulares y termina en rancidez.

- Pudrición de la Cicatriz del Pedúnculo, agente causal *Botryodiplodia theobromae*, daño al pedúnculo que se extiende hacia la punta de la flor, oscureciendo el color de la piel exterior del fruto.

- *Dothiorella gregaria* ocasiona también la pudrición del pedúnculo en frutos ya maduros listo para su consumo.

Por otra parte, Herrera y Narrea (2011), mencionan también las siguientes plagas que atacan al cultivo de palto:

Pegador del palto (*Argyrotaenia spheropa*)

En estado larval pegan los brotes con hilos de seda posteriormente llegan a alimentarse en su interior. Tienen preferencia por los brotes tiernos, sin embargo,

pueden llegar a dañar flores y frutos en maduración. Las larvas presentan una coloración amarillo verdoso tornándose verde intenso, el escudo protorácico y la cabeza tiene un color amarillo ámbar. Sus alas anteriores maduras exhiben una franja pálida que es a la vez torcida y de forma desigual. En reposo, adopta forma de campana.

Control: liberar *Trichogramma exiguum* y *Chrysoperla spp.*

Barrenador del palto (*Stenoma catenifer*)

En el estado larval barrenan los brotes y estos después de ser atacados terminan muriéndose.

Destruyen las plantas al comer frutas maduras y pueden ser fatales si encuentran una manera de excavar los tallos de las plantas.

Alcanzan un tamaño máximo maduro de unos 3 centímetros. Tiene una apariencia gris cuando está completamente expandido y en cada una de sus alas anteriores hay alrededor de veinticinco pequeños puntos negros alineados que forman la letra "s".

Control: recoger los frutos que están infestados y posteriormente enterrarlos.

Minador del palto (*Phyllocnistis sp*)

Provocan una pérdida de área foliar y fotosíntesis mientras están en la etapa larvaria al dejar minas serpenteantes en la superficie superior de las hojas. También dañan la fruta, disminuyendo su valor económico.

Bicho del cesto (*Oiketicus kirbyi*)

Esta plaga se alimenta del follaje ocasionando defoliación total; también tiene preferencia por brotes, ramas y frutos.

Control: liberación de parasitoides como *Bracon* y *Coccigomimus*

Mosca blanca (*Aleurodicus coccolobae*)

En estado ninfal y adulta se alimentan de la savia de las hojas del envés, lo que ralentiza el desarrollo del árbol y provoca antiestéticas manchas amarillas y, en casos extremos, defoliación.

Control de mosca blanca:

- Lavado de árboles con agua y detergente
- Podas de mantenimiento y sanitarias.

3.2.10. Podas en el cultivo de palto

Bisonó y Hernández (2008), nos dicen que el aguacatero no es una planta de hoja caduca, lo que significa que no pierde todas sus hojas durante una determinada parte del año, por lo que la poda del aguacatero tiene que ser controlada y especializada.

La práctica de la poda facilita cambio varietal, control de crecimiento, control de la floración y producción, mejora la sanidad foliar y floral, mejora la calidad de la fruta y mejora las operaciones de manejo agronómico (**Parodi, 2007**).

Al ser la poda una herramienta importante dentro del proceso productivo del cultivo de palto, **AGRORURAL (2010)**, menciona los siguientes tipos de poda:

Poda de formación

Para lograr una arquitectura vegetal deseable, este tipo de poda se realiza durante el cuarto mes después de la plantación con el objetivo de favorecer el desarrollo de tres a cuatro ramas (treinta a cuarenta centímetros).

Poda de mantenimiento

Es obligatorio cada año y proporciona al mecanismo el marco que necesita para impulsar la producción. Esta tarea implica cortar las ramas que sean demasiado bajas, demasiado sombrías, demasiado viejas, cruzadas o cruzadas.

Se requiere mantener una entrada de luz en el punto más alto de la planta, que proporcione iluminación y ventilación continua.

Poda de sanidad y/o limpieza

Se realiza para alcanzar la óptima producción y consiste en la eliminación de ramas enfermas producto del ataque de insectos. Al realizar la poda se evita la propagación de insectos hacia otras partes de la planta. Esta poda de sanidad o limpieza se debe llevar a cabo después de cosechar.

Poda de producción

Es muy importante realizarla para una buena producción y se inicia cortando las ramas que dieron producción en la campaña pasada. Para esto se realiza un corte por debajo del nudo que sostiene el pedúnculo floral.

Poda de renovación

Este tipo de poda implica cortar las ramas principales a 50 o 60 centímetros de donde se encuentran con el tallo principal, posteriormente se selecciona entre los brotes más finos que se sitúan en la dirección ideal para que llene todos los huecos de la copa que se está elaborando.

3.2.11. Cosecha e índice de cosecha

La Organización Privada de Desarrollo (2010), expresa que el fruto tiene que tener madurez fisiológica adecuada previamente al momento de ser cosechado. En ese sentido, todo dependerá del destino de la fruta lo cual influye en los criterios de cosecha.

Índice de carácter físico

La fruta deberá tener un peso entre los 250 y 350 gramos, predominando el criterio de mayor aceptación por parte de los consumidores.

La forma de la fruta está en función a la característica de la variedad.

Color de cáscara:

1. Fuerte:

Verde de donación opaca careciendo de brillo.

Lenticelas de color que va de amarillo opaco a marrón claro.

2. Hass:

Lenticelas de color amarillo opaco.

Verde morado en ausencia de brillo (verde 90 %, morado 10 %).

Color del pedúnculo:

- Hass: verde amarillo a amarillo.
- Fuerte: verde amarillo a amarillo.

La firmeza del pedúnculo debe ser extremadamente duros (no estar listos para la cosecha) y tener un pedúnculo muy suelto (están demasiado maduros para enviarse en su etapa actual de crecimiento). La experiencia es crucial para este enfoque.

Color de las lenticelas:

- Hass: Amarillo opaco.
- Fuerte: Amarillo opaco a marrón claro.

3.2.12. Propagación del palto

AGRORURAL (2010), señala que una vez seleccionado el patrón de interés a ser utilizado se deberá considerar las siguientes recomendaciones a nivel de vivero:

a) Las plantas que son usadas para proveer semilla (patrón) tienen que ser cuidadosamente elegidas además de registrar información que contenga como mínimo históricos de producción (frutos por planta) y la edad.

b) Estas plantas proveedoras de semilla deberán estar libres de pudrición “radicular” *Phytophthora cinnamomi* y viroide “Manchas de sol” ASBVD.

c) Se deberá tomar en cuenta la ubicación de estas plantas de semilla (patrón). En ese sentido, deberán estar alejadas de las zonas de producción comercial, esto con el propósito de evitar la polinización cruzada.

d) La selección de la semilla se hará de los frutos cosechados de manera directa de la planta y nunca del suelo. Es recomendable realizar inmediatamente la siembra, de no ser el caso, es factible almacenar la semilla en refrigeración (5 – 6°C) por un tiempo entre 2 a 3 meses, esto no impide su poder germinativo.

e) Se debe utilizar una solución de 400 gramos de metalaxyl/200 litros de agua para remojar las semillas elegidas.

f) Las semillas son secadas a mano, de esta forma se evita acelerar la germinación además de eliminar la presencia de patógenos.

g) Es importante desinfectar las semillas previamente antes de la siembra. Para esto emplear agua caliente (49°C) en donde se sumerge las semillas durante 30 minutos.

h) Desinfectar el sustrato de pre germinación antes de realizar la siembra. Para esto se deberá hacer uso de fungicidas que da buenos resultados en el control de patógenos en el sustrato.

3.2.13. Injertación

Castro (1990) aconseja que el injerto se realice cuando los portainjertos estén a 20 centímetros del suelo y tengan un diámetro de 0,6 centímetros.

Cuando el tallo de la raíz esté a diez centímetros de la base y un centímetro de diámetro (unos seis meses después de la plantación; Infojardin), se podrá realizar el injerto.

Durante el transcurso del tiempo se han perfeccionado muchas clases de injertos, pero, todas toman en cuenta la especie y la época del año al momento de realizar el injerto.

Injerto de hendidura apical

Este tipo de injerto es el más empleado en paltos, debido a que se puede emplear durante todo el año. Es recomendable hacerlo en el momento que el patrón y la púa presentan diámetros similares (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2013). El procedimiento es el siguiente:

1) Cortar de manera horizontal el patrón a una altura que va desde los diez a quince centímetros desde la base. A continuación, con el cuchillo de injerto, dibuje una hendidura en el medio del patrón de seis centímetros de largo.

2) Se selecciona una púa de aproximadamente doce centímetros de largo y que contenga entre 2 a 3 yemas con diámetro similar al portainjerto. A continuación, la mitad inferior fue biselada dos veces hasta alcanzar cinco centímetros adicionales.

3) La púa se coloca en la abertura longitudinal del portainjerto, con al menos un lado de su cambium coincidiendo con el del portainjerto.

4) Se utiliza cinta de injerto para asegurar la unión y no se requieren más de tres rotaciones.

Injerto de hendidura doble

La zona de la leva se pone en contacto preparando dos púas e injertando una a cada lado de la rama o tronco. Este procedimiento es comparable al injerto de hendidura. Las púas no deben colocarse exactamente en el medio del tronco o rama, ya que esto impediría que hagan contacto de intercambio (**Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2013**).

Injerto de empalme inglés o de lengüeta

Es un injerto apical, por lo tanto requiere más tiempo y precisión para realizar las incisiones, pero también proporciona mejor fijación y más lugares de unión de las regiones cambiales. Es necesario que la púa y el patrón no tengan un diámetro mayor a 1.5 centímetros para un correcto y eficiente injertado (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2013). El procedimiento es el siguiente:

1) Realizar un corte bisel de aproximadamente 6 centímetros en el patrón, a una altura entre 10 a 15 centímetros desde la base. Sobre este corte hacer otro de manera longitudinal para obtener la lengüeta.

2) Repetir los pasos para crear el diseño en la base de la espiga de 10 a 12 centímetros de largo que tiene dos o tres cogollos.

3) Dejar el cambium de la espiga y el portainjerto en contacto después de ensamblar los dos usando las pestañas.

4) Una vez que hayas armado todo, asegúralo con cinta plástica.

Injerto de empalme de costado

La principal ventaja de este injerto (lateral) radica en la oportunidad de volver a usar el patrón, debido a que no es rebajado durante el injertado (**Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2013**). El procedimiento es el siguiente:

1) Hacer una incisión en ángulo de 4 a 5 cm de largo en el costado del patrón, hasta aproximadamente una quinta parte del grosor del tallo. Para eliminar la sección puntiaguda del costado del patrón y crear una pestaña que apunte hacia arriba, haga un segundo corte hacia abajo de 2 cm, comenzando en el último tercio del primer corte.

2) La pua (que debe tener dos o tres yemas y no tener más de diez centímetros de largo) debe tener un corte en bisel en un lado, cuya longitud estará determinada por el lado expuesto del patrón.

3) Para comenzar, se debe insertar la púa en un lado del patrón, con el objetivo de hacer contacto con las zonas de leva allí.

4) Para evitar que las prendas se sequen y queden inutilizables, es importante utilizar cinta adhesiva para crear un nudo seguro y luego poner cera encima.

5) Cuando se haya comprobado que exista cicatrización de la unión.

Injerto de yema

Esta clase de injertos emplea sólo una yema de la variedad además que la planta esté en crecimiento activo. Sin embargo, hay un tipo de injerto denominado “injerto de astilla” (usado mayormente en frutales caducifolios).

Injerto de yema en T

Se denomina así por la forma de la letra “T” que tiene el corte del patrón. Esta clase de injerto requiere que haya un cambium activo (**Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2013**). El procedimiento es el siguiente:

El patrón, deberá contar con un diámetro superior a los 2.5 centímetros y realizar un corte vertical de manera superficial de tres centímetros de longitud; después hacer otro corte de manera horizontal, debiendo el corte quedar en forma de letra "T". La distancia de este corte será de diez a veinticinco centímetros tomando como referencia el suelo.

Un centímetro por encima de la yema haga una incisión horizontal y dos centímetros por debajo de la yema, comience un corte longitudinal que apunte hacia arriba. Es importante recordar que sólo debes cortar un poquito del pecíolo cuando retires el cogollo.

Para abrir las "dos solapas" del portainjerto, quítele la corteza y luego implante el refuerzo entre los lados elevados del portainjerto hasta que los cortes horizontales superiores se unan.

3.2.14. Microorganismos

El empleo de microorganismos para este propósito ha ganado mucha fuerza en los últimos años debido a la influencia favorable que tiene en la producción de una variedad de cultivos cuando se aplica a una variedad de ambientes diferentes y al hecho de que es factible producir agricultura orgánica **(Soroa et al., 2009; Pedraza et al., 2010)**.

Una práctica tecnológica que se ha demostrado que aumenta la producción agrícola a largo plazo es el uso de inoculantes microbianos. Esta tecnología se considera una tecnología limpia debido a que sus principios son congruentes con los de la agricultura sostenible, particularmente a la luz del alarmante aumento del uso inadecuado de pesticidas y fertilizantes en los últimos años. En la agricultura se utilizan regularmente varios microorganismos diferentes, mientras que otros tienen el potencial de utilizarse en un futuro cercano o lejano. **(Naiman et al., 2009; Soroa et al., 2009)**. Las intervenciones biológicas pueden tener consecuencias inmediatas o tardías **(Ferrera y Alarcon, 2001)**.

Las primeras incluyen actividades como fijar nitrógeno atmosférico mediante una mayor ingesta de agua y nutrientes y crear reguladores del crecimiento como auxinas, citoquininas y giberelinas **(Vance y Gantt, 1992; Montaña et al., 2010; Gómez et al., 2013; Rivera y Wright, 2013)**. así como la ampliación del componente aéreo. Una reacción en cadena beneficiosa para el cultivo comienza con el desarrollo de compuestos para inhibir la propagación de enfermedades de las plantas **(Loredo et al., 2004; Guillen et al., 2006; Castillo et al., 2010; Gómez**

et al., 2013). Los azúcares, el mucílago, los ácidos orgánicos y los aminoácidos contribuyen a la formación de exudados radicales, que pueden representar hasta el 40% de los fotosintatos producidos por la planta (**Whipps, 2001**), como resultado, el suelo que rodea la raíz se vuelve más propicio para el crecimiento de densas colonias de microorganismos heterótrofos, puede desencadenar reacciones útiles (promoviendo el crecimiento y desarrollo de la planta) o perjudiciales (induciendo enfermedades) en la planta (**Ahmad et al., 2008**).

Factores ambientales, como la presencia de oxígeno y agua (respectivamente, para aerobios obligatorios y anaerobios facultativos, respectivamente) son necesarias para el metabolismo más eficiente de los sustratos utilizados por los microorganismos.

3.3. Definición de términos

3.3.1. Semilla

La semilla sirve como medio de propagación, defensa y expansión de la especie, convirtiéndolo en un órgano crucial para la planta.

3.3.2. Germinación

Es el conjunto de procesos que ocurren en la semilla desde que el embrión empieza a crecer hasta la formación de una pequeña planta que es capaz de sostenerse por sí misma.

3.3.3. Patrón

Es la planta a quién se realiza el injertado.

3.3.4. Yema

son aquellas que dan origen a una o varias flores.

3.3.5. Sustrato agrícola

Es un término genérico para los sólidos naturales o sintéticos que apoyan el crecimiento de las plantas y el desarrollo de las raíces.

VI. Metodología de la investigación

4.1. Tipo y nivel de investigación

A) Tipo de investigación

Este tipo de estudio corresponde al tipo de investigación “aplicada”, porque se define por la incorporación del material aprendido en situaciones prácticas de resolución de problemas.

B) Nivel de investigación

La investigación corresponde al nivel explicativo porque busca explicar las razones por las cuales los microorganismos son eficaces en la propagación del palto.

C) Metodología de la investigación

Corresponde a un diseño experimental debido a la manipulación de variables. El siguiente modelo matemático se implementó como un diseño completamente aleatorio (DCA).

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = valor de la característica en estudio debido a la aplicación de los microorganismos inoculantes, μ = efecto común de todas las observaciones; α_i = efecto del tratamiento (efecto de los microorganismos inoculantes); ε_{ij} = error de observación sobre la unidad experimental ij (incluido el error experimental).

La investigación estuvo sujeta a los siguientes tratamientos:

- El primer tratamiento correspondía en la germinación de semillas de palto sin inoculantes y además del injertado de tipo común que realizan los praticultores de Talavera.

- El segundo tratamiento estuvo conformado por la germinación de semillas de palto aplicando microorganismos y probando el injerto tipo T; a este tratamiento se le representó con la letra “B”.

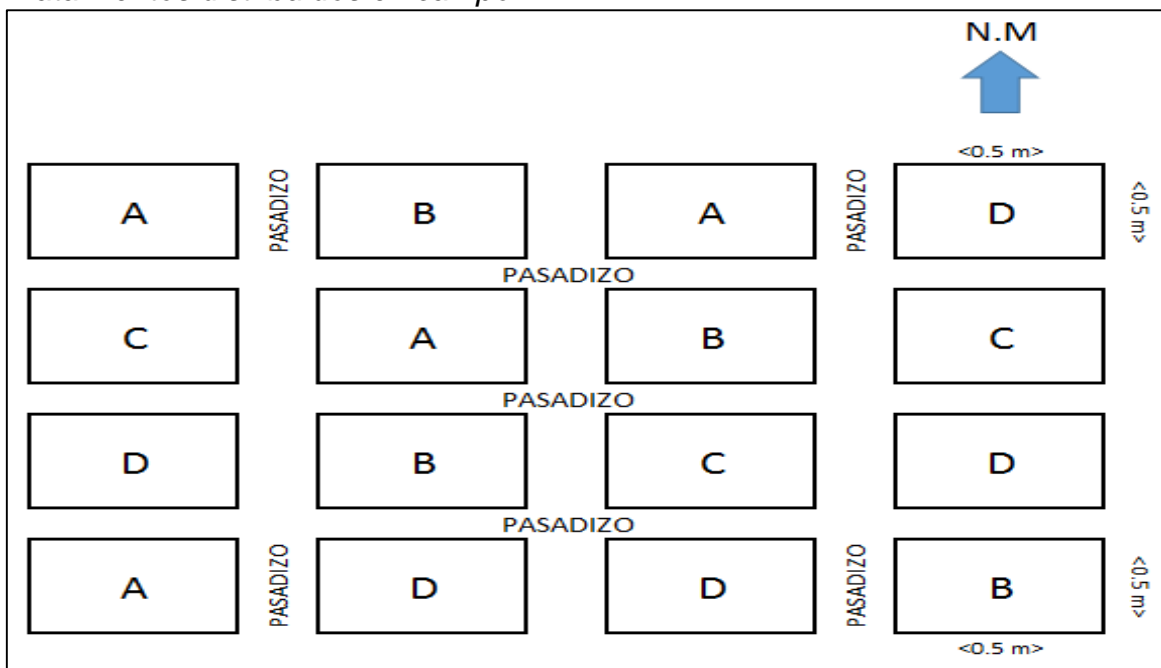
- El tercer tratamiento fue la germinación de semillas de palto aplicando microorganismos y evaluando el injertado tipo parche; en este caso se codificó con la letra “C”.

- El cuarto tratamiento en la germinación de semillas de palto aplicando microorganismos y probando el injerto de empalme; a este tratamiento se le asignó la letra “D”.

Esta investigación estuvo conformada por 4 réplicas en cada tratamiento bajo estudio, haciendo en total 16 unidades experimentales (ver figura 1), las mismas que estuvieron integradas por 6 semillas, las cuales estuvieron contenidas una por cada bolsa de polietileno de baja densidad.

Figura 1.

Tratamientos distribuidos en campo.



Fuente: Elaboración propia

4.2. Ámbito temporal y espacial

A) Ámbito temporal

Este estudio se realizó de abril – agosto 2019.

B) Ámbito espacial

La investigación se realizó en la región de Apurímac de la provincia de Andahuaylas, específicamente en el municipio de Talavera, el cual se ubica a una altura de 2790 metros sobre el nivel del mar con las coordenadas de:

- Longitud oeste: 73°26'01''
- Latitud sur: 13°39'26''

4.3. Población y muestra

La población estuvo compuesta por 128 plántulas de aguacate distribuidas uniformemente en todas las unidades experimentales; además, hubo 8 plantas en cada unidad experimental individual. La cantidad de planta seleccionada para la evaluación fue de 4, considerando el efecto de borde, por tanto, la muestra fue seleccionada sin recurrir a ningún tipo de muestro estadístico.

4.4. Instrumentos

La técnica empleada en la investigación para la recolección de información fue la observación y medición. Los instrumentos empleados fueron fichas de evaluación e una regla graduada de 50 centímetros y vernier para medir la longitud y diámetro del tallo respectivamente.

4.5. Procedimientos

Las medias de los grupos (tratamientos) se compararon mediante un análisis de varianza con un umbral de significancia del 5% para ver si existe una diferencia estadísticamente significativa. Para esto se tomó en consideración el estadístico F de Fisher.

Además, se utilizó un umbral de significancia del 5% para la prueba de Tukey con el fin de establecer si alguno de los tratamientos considerados era mejor que los demás.

4.6. Consideraciones éticas

Los resultados alcanzados en esta investigación son producto de una ejecución honesta y transparente.

V. Resultados y discusión

5.1. Resultados.

5.1.1. Germinación de semilla de palto

5.1.1.1. Germinación de semilla de palto a los 20 días

En la tabla 4 se presenta el promedio de los tratamientos evaluados para la germinación de semilla a los 20 días expresados en porcentaje.

Tabla 4.

Germinación de semilla a los 20 días

Repetición	Tratamientos	
	Testigo	Microorganismos
1	16.67	50.00
2	33.33	50.00
3	16.67	66.70
4	16.67	66.70
PROMEDIO	20.84	58.35

Fuente: Elaboración propia.

Tomando en consideración la presentación de datos de la tabla 4, se realizó la evaluación del porcentaje de germinación de las semillas de palto bajo los tratamientos evaluados sometido a la aplicación de microorganismos en la propagación de palto.

El análisis de varianza presentado en la Tabla 5 sugiere que existen diferencias estadísticas para el componente de tratamientos; esto se debe a que el valor **F teórico** es menor al F calculado, por tanto se puede afirmar que los datos recolectados de la germinación de semilla entre los tratamientos presentan, desde el punto de vista estadístico, diferentes promedios aritméticos por consiguiente hay indicios suficientes para afirmar que la aplicación de microorganismos influye en la germinación de semillas de palto.

Tabla 5.
Análisis de varianza para germinación – 20 dds

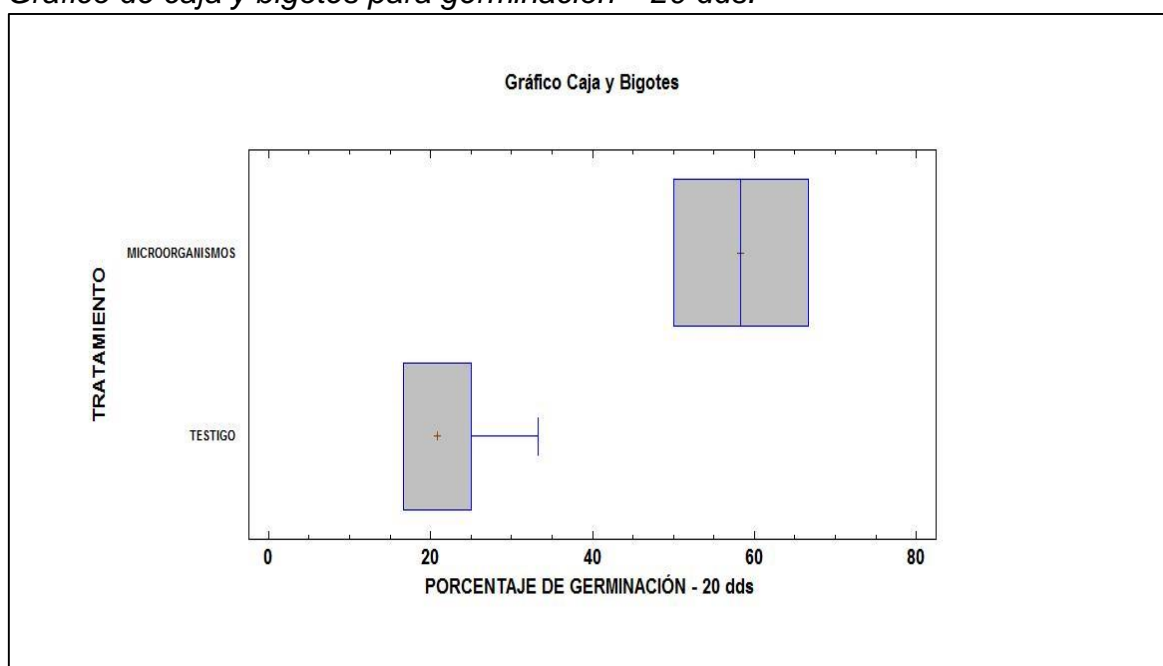
Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F calculado	F teórico	Sig.
Tratamientos	2814.750	1	2814.750	34.67	5.98	Si
Error	487.0567	6	81.17611			
Total	3301.807	7				
C.V (%)	22.76					

Fuente: Elaboración propia.

Esto es posible debido a la habilidad que tiene los microorganismos para producir fitohormonas como el ácido indolacético, ácido giberelico y citoquininas.

Este resultado del análisis de varianza efectuado se puede corroborar visualmente con la figura 2; en ella se ve la distribución espacial de los tratamientos bajo estudio.

Figura 2.
Gráfico de caja y bigotes para germinación – 20 dds.



Fuente: Elaboración propia.

5.1.1.2. Germinación de semilla a los 40 días

En esta última etapa después de transcurrir 40 días posterior a la siembra, se hizo la evaluación del porcentaje de germinación de las semillas de palto, en la tabla 6 se presenta los promedios correspondientes a los tratamientos aplicados.

Tabla 6.
Promedio de germinación de semillas a los 40 días.

Repetición	Tratamientos	
	Testigo	Microorganismos
1	66.67	100.00
2	66.67	83.33
3	83.33	100
4	50	100
Promedio	66.67	95.83

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 7 muestra que existen desviaciones estadísticamente significativas entre los tratamientos, nótese que F calculado es mayor que F teórico.

La diferencia presentada en el porcentaje de germinación tiene su causa en los tratamientos aplicados para este estudio.

Tabla 7.
Análisis de varianza para germinación – 40 dds

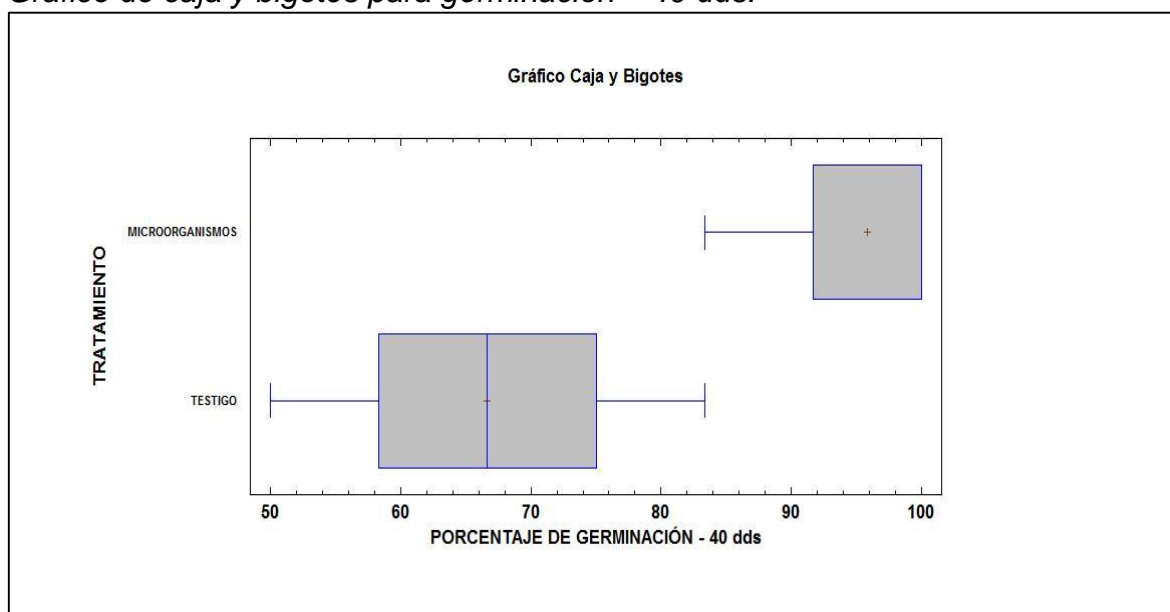
Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F calculado	F teórico	Sig.
Tratamientos	2814.750	1	2814.750	34.67	5.98	Si
Error	487.0567	6	81.17611			
Total	3301.807	7				
C.V (%)	13.89					

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la figura 3, los datos provenientes del tratamiento Testigo presentan valor por debajo del tratamiento Microorganismos, lo cual confirma los resultados obtenidos al realizar el análisis de varianza para la germinación de semilla.

Figura 3.

Gráfico de caja y bigotes para germinación – 40 dds.



Fuente: Elaboración propia.

5.1.2. Evaluación del tipo de injerto en la propagación de palto

5.1.2.1. Diámetro de tallo a los 20 días después del injertado

En la evaluación realizada a los 20 días después del injertado (ddi), se obtiene los siguientes resultados que corresponden al diámetro del tallo (tabla 8).

Tabla 8.

Diámetro del tallo a los 20 días después del injertado

Repetición	Tratamientos			
	Testigo (A)	Injerto T	Injerto parche	Injerto empalme
1	0.34	0.38	0.41	0.43
2	0.35	0.39	0.40	0.41
3	0.34	0.4	0.39	0.41
4	0.36	0.4	0.41	0.40
Promedio	0.3475	0.3925	0.4025	0.4125

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 8 se muestran los resultados de un análisis de varianza, el cual revela que existen diferencias estadísticamente significativas entre los diámetros promedio de tallo para cada tratamiento. La Tabla 9 muestra el análisis de varianza realizado en las evaluaciones del diámetro del tallo.

Tabla 9.*Análisis de varianza para diámetro de tallo (cm) – 20 ddi*

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F calculado	F teórico	Sig.
Tratamientos	0.009875	3	0.0033	30.38	3.49	Si
Error	0.0013	12	0.0001			
Total	0.011175	15				
C.V (%)	2.68					

Fuente: Elaboración propia

De esta tabla podemos afirmar que los tratamientos tuvieron influencia en el diámetro del tallo después de haber realizado la propagación con un nivel de confianza del 95% dado que el valor de **F calculado** es mayor que el **F teórico**.

Con fines de determinar cuál de los tratamientos tuvo mayor influencia en el diámetro del tallo se realizó la prueba de Tukey.

Tabla 10.*Prueba de Tukey para diámetro de tallo (cm) – 20 ddi*

Tratamientos	Media	Grupos homogéneos
Testigo (A)	0.3475	a
Injerto T (B)	0.3925	b
Injerto parche (C)	0.4025	bc
Injerto empalme (D)	0.4125	c

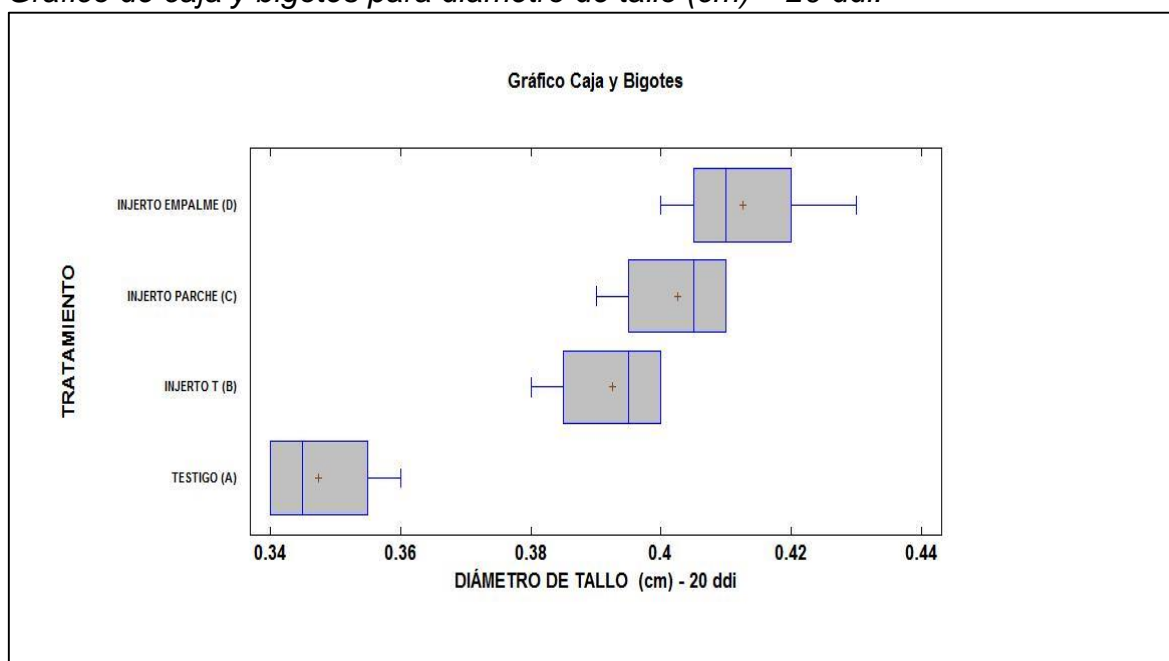
Fuente: Elaboración propia.

La tabla 10 es el resultado de haber realizado la prueba Tukey para la variable diámetro de tallo, de esta tabla podemos afirmar que existen tres grupos homogéneos que se diferencian del tratamiento testigo con un 95% de confianza; este grupo homogéneo está conformado por el tratamiento **Injerto empalme**, **Injerto parche** e **Injerto T** que reportan promedios de 0.4125 cm, 0.4025 cm y 0.3925 cm respectivamente.

En la figura 4, no hubo mucha variación visual entre los tratamientos. Además, los datos de la tabla de Tukey se distinguen fácilmente, lo que demuestra la coherencia entre los tres grupos de tratamiento y su superioridad sobre el placebo.

Figura 4.

Gráfico de caja y bigotes para diámetro de tallo (cm) – 20 ddi.



Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.2. Diámetro de tallo a los 40 días después del injertado

En esta segunda evaluación transcurrido 40 días después de haber realizado el injerto se hizo la recolección de información correspondiente al diámetro de tallo a los 40 días después del injertado (tabla 11).

Tabla 11.

Diámetro de tallo a los 40 días después del injertado

Repetición	Tratamientos			
	Testigo (a)	Injerto T	Injerto parche	Injerto empalme
1	0.43	0.49	0.53	0.54
2	0.42	0.51	0.52	0.56
3	0.40	0.49	0.51	0.56
4	0.43	0.51	0.53	0.57
Promedio	0.42	0.50	0.52	0.56

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se procedió a realizar el análisis de varianza a fin de encontrar significancia entre los tratamientos bajo estudio, tomando en cuenta los datos presentados en la tabla 11.

Tabla 12.*Análisis de varianza para diámetro de tallo (cm) – 40 ddi*

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F calculado	F teórico	Sig.
Tratamientos	0.04085	3	0.0136	93.37	3.49	Si
Error	0.00175	12	0.0001			
Total	0.0426	15				
C.V (%)	2.42					

Fuente: Elaboración propia.

En los resultados hallados en la tabla 12, podemos afirmar que los tratamientos tuvieron influencia sobre el diámetro del tallo en las plantas de palto que fueron injertados; esto se valida porque el valor del **F calculado** es superior al valor del **F teórico**, motivo suficiente para manifestar que los promedios obtenidos por cada tratamiento difieren entre sí.

Tabla 13.*Prueba de Tukey para diámetro de tallo (cm) – 40 ddi*

Tratamientos	Media	Grupos homogéneos
Testigo (A)	0.42	a
Injerto T (B)	0.50	b
Injerto parche (C)	0.5225	c
Injerto empalme (D)	0.5575	d

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13 se reporta los resultados realizados para la prueba Tukey, esto con la finalidad de establecer que tratamiento resulto mejor que el resto.

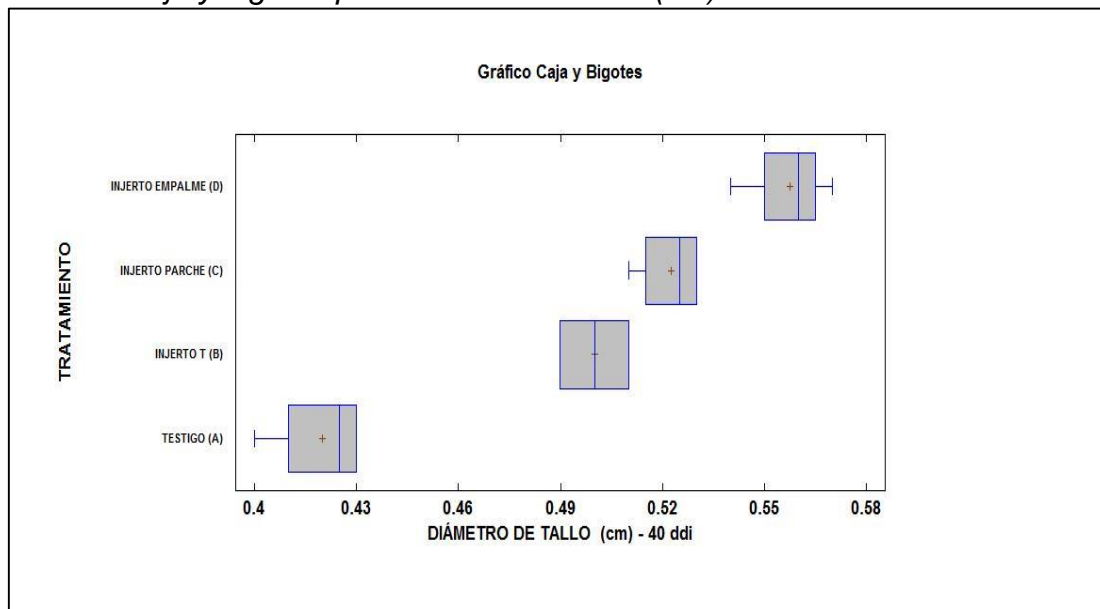
De esta tabla se observa que no existen grupos homogéneos, por tanto, es válido afirmar que el mejor tratamiento se alcanzó con el tratamiento **Injerto empalme** logrando desarrollar en promedio un diámetro de 0.5575 cm en plantones de palto injertado.

Los tratamientos que también lograron mejores promedios en el diámetro de tallo de los plantones de palto fueron **Injerto parche** e **Injerto T** con valores de 0.5225 cm y 0.50 cm respectivamente.

Los valores alcanzados con estos tratamientos superan significativamente al tratamiento **Testigo**, el mismo que reportó un valor de 0.42 cm en el diámetro de tallo.

Figura 5.

Gráfico de caja y bigotes para diámetro de tallo (cm) – 40 ddi



Fuente: Elaboración propia

Los datos que se muestran en la Figura 5 son consistentes con los encontrados usando ANOVA y la prueba de Tukey. Nótese que el tratamiento **Testigo** se encuentra más a la izquierda que los demás tratamientos.

5.1.2.3. Diámetro de tallo a los 60 días después del injertado

Los datos de la tercera evaluación del diámetro a los 60 días después del injertado se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 14.

Diámetro de tallo a los 60 días después del injertado.

Repetición	Tratamientos			
	Testigo (A)	Injerto T	Injerto parche	Injerto empalme
1	0.52	0.61	0.62	0.66
2	0.50	0.59	0.63	0.68
3	0.51	0.6	0.63	0.67
4	0.51	0.6	0.63	0.67
Promedio	0.51	0.60	0.63	0.67

Fuente: Elaboración propia

Para establecer si existe diferencias significativas entre los tratamientos bajo estudio sobre el diámetro de plántulas de palto después de haber realizado el injertado transcurrido después de los 60 días se realizó el análisis de varianza.

Tabla 15.

Análisis de varianza para diámetro de tallo (cm) – 60 ddi

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F calculado	F teórico	Sig.
Tratamientos	0.0549	3	0.0183917	325.74	3.49	Si
Error	0.0006	12	5.625E-05			
Total	0.0556	15				
C.V (%)	1.24					

Fuente: Elaboración propia

La tabla 15 muestra que los tratamientos probados afectaron el diámetro del tallo de estas plántulas de aguacate injertadas. Se llega a esta afirmación debido al valor de **F calculado** que en comparación con el **F teórico** resulta superior motivo por el cual es evidencia suficiente para establecer que los promedios son diferentes.

Se utilizó el análisis de varianza para encontrar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y luego se utilizó la prueba de Tukey para clasificar las terapias en orden de eficacia.

La tabla 16 reporta que no existe grupos homogéneos en los tratamientos bajo estudio con un nivel de confianza del 95%. De esta tabla se afirma que el mejor tratamiento para lograr el mayor diámetro en el tallo de los plántulas de palto después de haber realizado el injerto se logra con el tratamiento **Injerto empalme** con un valor de 0.67 cm mientras que con el tratamiento **Injerto parche** se consigue un diámetro de 0.6275 cm. En el tercer lugar se encuentra el tratamiento **Injerto en T** con un valor de 0.60 cm.

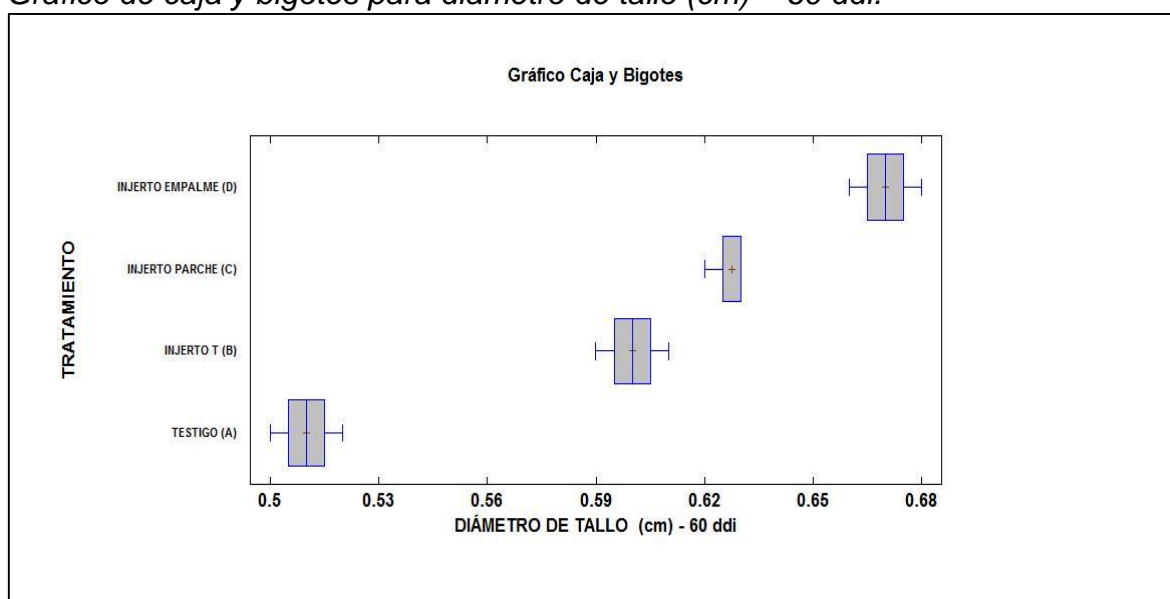
Estos tratamientos resultaron muy superiores al tratamiento **Testigo** que reportó una medida de 0.51 cm.

Tabla 16.*Prueba de Tukey para diámetro de tallo (cm) – 60 ddi*

Tratamientos	Media	Grupos homogéneos
Testigo (A)	0.51	a
Injerto T (B)	0.60	b
Injerto parche (C)	0.6275	c
Injerto empalme (D)	0.67	d

Fuente: Elaboración propia

La figura 6 permite visualizar lo reportado en las tablas 15 y 16 de manera concluyente.

Figura 6.*Gráfico de caja y bigotes para diámetro de tallo (cm) – 60 ddi.***Fuente:** Elaboración propia.

En esta gráfica se observa que el tratamiento **Testigo** se encuentra alineado más a la izquierda lo que indica que sus valores están por debajo de los demás tratamientos.

5.1.2.4. Diámetro de tallo a los 80 días después del injertado

Los datos de la cuarta evaluación del diámetro a los 80 días después del injertado se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 17.*Diámetro de tallo a los 80 días después del injertado*

Repetición	Tratamientos			
	Testigo (A)	Injerto T	Injerto parche	Injerto empalme
1	0.6	0.72	0.73	0.78
2	0.59	0.72	0.74	0.78
3	0.6	0.7	0.74	0.78
4	0.6	0.71	0.75	0.77
Promedio	0.60	0.71	0.74	0.78

Fuente: Elaboración propia.

Después de los 80 días de realizar el injerto, se hizo la recolección de información correspondiente al diámetro de tallo de los plantones de palto con la finalidad de establecer si los tratamientos bajo estudio influenciaron en la obtención de plantones de palto con un buen diámetro.

Tabla 18.*Análisis de varianza para diámetro de tallo (cm) – 80 ddi.*

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F calculado	F teórico	Sig.
Tratamientos	0.07231	3	0.02410625	462.84	3.49	Si
Error	0.00062	12	5.20833E-05			
Total	0.07294	15				
C.V (%)	1.02					

Fuente: Elaboración propia.

Existen variaciones estadísticamente significativas entre los promedios informados por las diversas terapias en la Tabla 18; esto debido a que el valor de **F calculado** es mayor que el **F teórico** razón por la cual se afirma que estos promedios obtenidos en la evaluación del diámetro de tallo en los plantones de palto injertado presentan distintas medidas por lo que es válido argumentar que estos tratamientos influenciaron de manera positiva en el desarrollo del diámetro del tallo.

En la tabla 19 se presenta los resultados que indican que tratamiento alcanzó la mejor respuesta en la obtención del mayor diámetro de los tallos de plantones de palto.

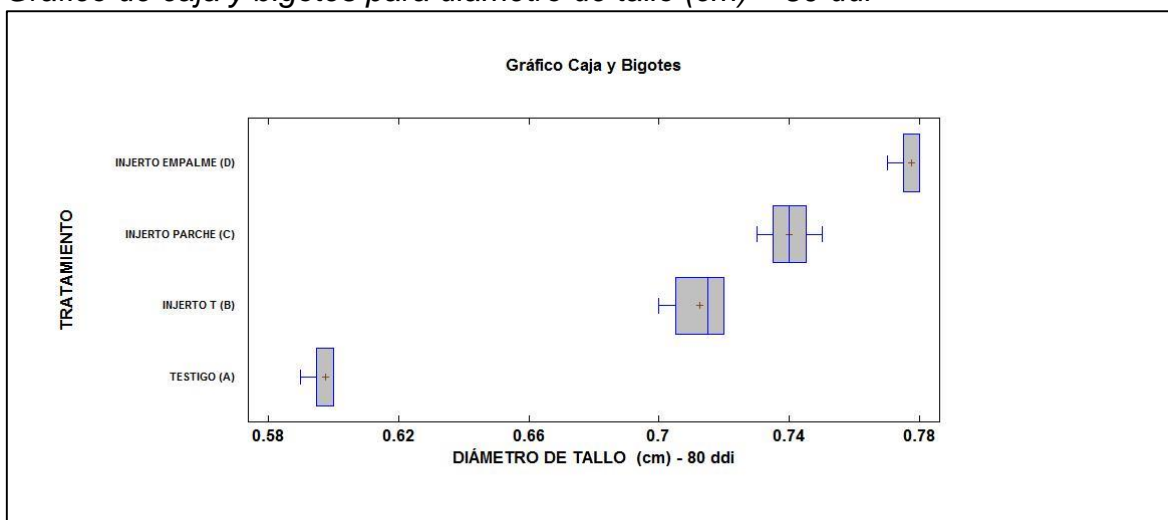
Tabla 19.*Prueba de Tukey para diámetro de tallo (cm) – 80 ddi.*

Tratamientos	Media	Grupos homogéneos
Testigo (A)	0.5975	a
Injerto T (B)	0.7125	b
Injerto parche (C)	0.74	c
Injerto empalme (D)	0.7775	d

Fuente: Elaboración propia

De esta tabla podemos afirmar que el mejor tratamiento en la obtención de mejores diámetros en los tallos de plántulas de palto después de injertarlos se consigue con el **Injerto empalme** en promedio un valor de 0.7775 cm, en segundo lugar, se tiene al tratamiento **Injerto parche** que logra valores en promedio de 0.74 cm y por último está el Injerto T con 0.7125 cm de diámetro. Estos tratamientos fueron mejores en comparación con el Testigo que logró producir un diámetro de 0.5975 cm.

Los resultados obtenidos en las tablas 18 y 19 se pueden corroborar de manera visual en la figura 7. De esta figura se observa que los datos provenientes del tratamiento **Testigo** se encuentran más alineados a la izquierda frente a los demás tratamientos lo que indica la superioridad de los demás tratamientos respecto al

Testigo.**Figura 7.***Gráfico de caja y bigotes para diámetro de tallo (cm) – 80 ddi***Fuente:** Elaboración propia

5.1.2.5. Diámetro de tallo a los 100 días después del injertado

Los datos de la cuarta evaluación del diámetro a los 100 días después del injertado se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 20.

Diámetro de tallo a los 100 días después del injertado.

Repetición	Tratamientos			
	Testigo (A)	Injerto T	Injerto parche	Injerto empalme
1	0.76	0.82	0.84	0.9
2	0.77	0.81	0.83	0.89
3	0.73	0.8	0.83	0.9
4	0.74	0.81	0.83	0.9
Promedio	0.75	0.81	0.83	0.90

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó el análisis de varianza para determinar si hay influencia en los tratamientos bajo estudio.

Tabla 21.

Análisis de varianza para diámetro de tallo (cm) – 100 ddi

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F calculado	F teórico	Sig.
Tratamientos	0.04455	3	0.01485	132	3.49	Si
Error	0.00135	12	0.00011			
Total	0.0459	15				
C.V (%)	1.29					

Fuente: Elaboración propia

El resultado de la tabla 21 confirma que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados; nótese que el valor de **F calculado** es mayor que el **F teórico** lo que indica que los promedios obtenidos en la medida del diámetro de los tallos son distintos por consiguiente es válido afirmar que estas diferencias se deben a la aplicación de estos tratamientos.

En la tabla 22 se muestra el resultado de la prueba Tukey con un nivel de confianza del 95% donde se reporta que el mejor tratamiento se consigue con el tratamiento **Injerto empalme** alcanzando un valor en promedio de 0.8975 cm.

También se observa que existen dos grupos más de tratamientos que presentan valores superiores al tratamiento **Testigo**.

Tabla 22. Prueba de Tukey para diámetro de tallo (cm) – 100 ddi.

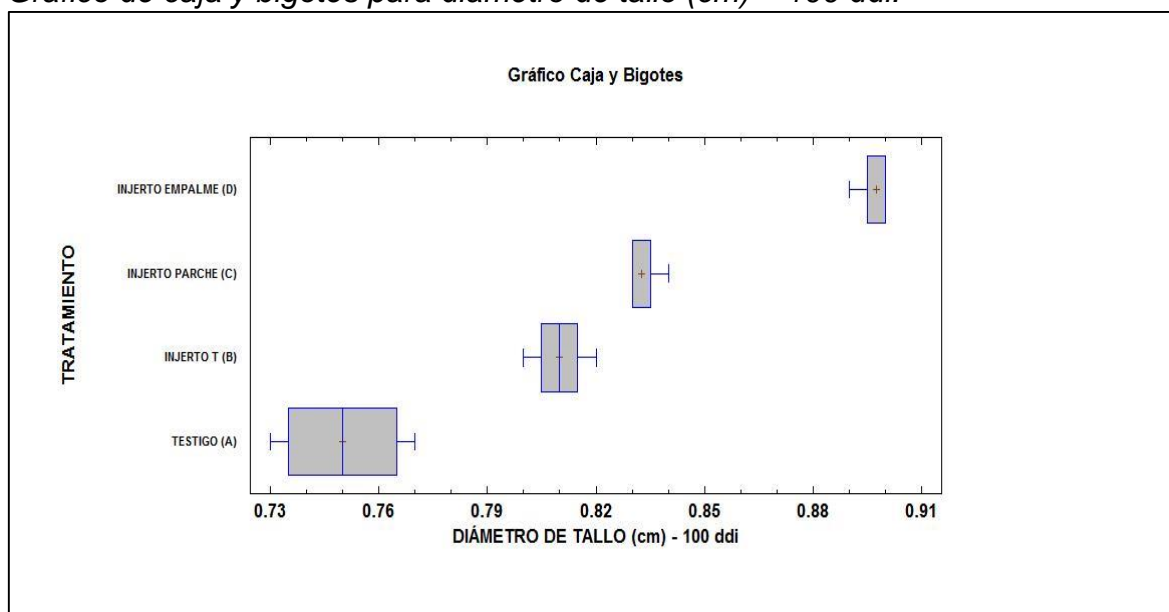
Tratamientos	Media	Grupos homogéneos
Testigo (A)	0.75	a
Injerto T (B)	0.81	b
Injerto parche (C)	0.8325	c
Injerto empalme (D)	0.8975	d

Fuente: Elaboración propia.

Estos tratamientos que resultaron superiores al **Testigo** corresponden al **Injerto parche** y el **Injerto T** cuyos valores fueron de 0.8325 cm y 0.81 cm respectivamente.

Figura 8.

Gráfico de caja y bigotes para diámetro de tallo (cm) – 100 ddi.



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en la medida del diámetro del tallo en plantones de palto se visualizan mejor con el apoyo de la figura 8. De esta figura podemos señalar que la concentración de datos provenientes del tratamiento **Testigo** se encuentran alineados a la izquierda respecto a los datos de los otros tratamientos por consiguiente es válido afirmar que existen diferencias bien marcadas entre los tratamientos evaluados.

5.1.2.6. Diámetro de tallo a los 120 días después del injertado

Los datos de la quinta evaluación del diámetro a los 120 días después del injertado se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 23.

Diámetro de tallo a los 120 días después del injertado

Repetición	Tratamientos			
	Testigo (A)	Injerto T	Injerto parche	Injerto empalme
1	0.87	0.94	0.98	1.02
2	0.88	0.95	0.96	1.02
3	0.85	0.94	0.96	1.00
4	0.87	0.94	0.97	1.00
Promedio	0.87	0.94	0.97	1.01

Fuente: Elaboración propia.

Luego de 120 días de injertar plántulas de aguacate, estos son los hallazgos que se obtuvieron a partir de un análisis de varianza realizado en el diámetro del tallo de plántulas de aguacate.

Tabla 24.

Análisis de varianza para diámetro de tallo (cm) – 120 ddi

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F calculado	F teórico	Sig .
Tratamientos	0.042918	3	0.0143	140.14	3.49	Si
Error	0.001225	12	0.0001			
Total	0.044143	15				
C.V (%)	1.07					

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 24, los tratamientos tuvieron efecto en el diámetro promedio del tallo de las plántulas de aguacate. Existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, ya que el valor de F calculado es mayor que el F predicho.

Tabla 25.

Prueba de Tukey para diámetro de tallo (cm) – 120 ddi

Tratamientos	Media	Grupos homogéneos
Testigo (A)	0.8675	a
Injerto T (B)	0.9425	b
Injerto parche (C)	0.9675	c
Injerto empalme (D)	1.01	d

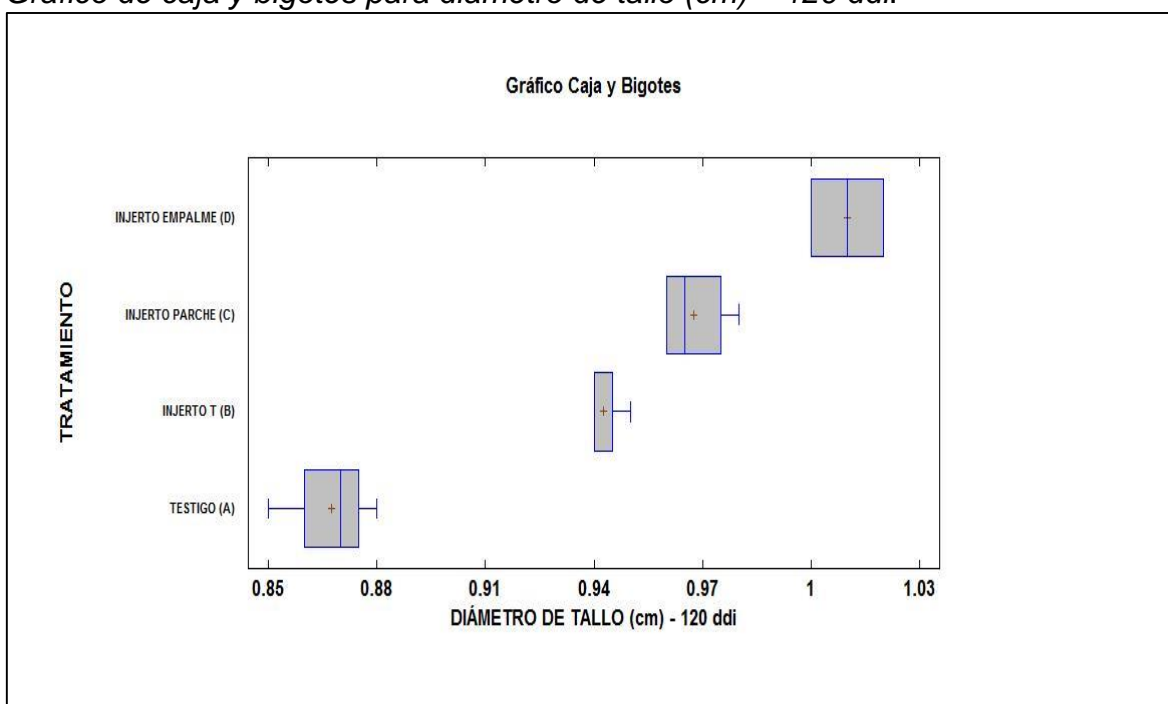
Fuente: Elaboración propia

En el resultado de la prueba de Tukey de la tabla 25 se pone de manifiesto que el mayor diámetro de tallo en plantones de palto se consigue realizando el tratamiento **Injerto empalme**. Aplicando este tratamiento se consigue plantones de palto con diámetros en el tallo de 1.01 cm. También se observa que existe dos tratamientos que reportan mayores valores frente al testigo; el **Injerto parche** e **Injerto T** presentan diámetros de 0.9675 cm y 0.9425 cm respectivamente.

Estos resultados reportados por las tablas 16 y 17 son corroborados visualmente con la figura 9; en ella se visualiza que los datos correspondientes al tratamiento testigo están alineados a la izquierda respecto a los demás tratamientos.

Figura 9.

Gráfico de caja y bigotes para diámetro de tallo (cm) – 120 ddi.



Fuente: Elaboración propia

5.1.2.7. Diámetro de tallo a los 140 días después del injertado

Los datos de la sexta evaluación del diámetro a los 140 días después del injertado se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 26.

Diámetro de tallo a los 140 días después del injertado

Repetición	Tratamientos			
	Testigo (A)	Injerto T	Injerto parche	Injerto empalme
1	0.96	1.02	1.05	1.15
2	0.97	1.02	1.06	1.18
3	0.96	1.04	1.06	1.17
4	0.96	1.05	1.08	1.19
Promedio	0.96	1.03	1.06	1.17

Fuente: Elaboración propia.

En la sexta evaluación del diámetro de tallo de los plantones de palto injertados se procedió a determinar si existen diferencias entre los valores obtenidos de cada tratamiento.

Tabla 27.

Análisis de varianza para diámetro de tallo (cm) – 140 ddi

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F calculado	F teórico	Sig.
Tratamientos	0.0916	3	0.030533333	174.48	3.49	Si
Error	0.0021	12	0.000175			
Total	0.0937	15				
C.V (%)	1.25					

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 27, que corresponde al análisis de varianza realizado, señala que los tratamientos bajo estudio influenciaron en el desarrollo del diámetro de tallo de los plantones de palto injertados; esto en vista que el valor de **F calculado** es mayor que el **F teórico**. Por lo tanto, se puede concluir que las terapias evaluadas con un nivel de confianza del 95% afectan genuinamente el desarrollo del tallo.

Tabla 28.*Prueba de Tukey para diámetro de tallo (cm) – 140 ddi*

Tratamientos	Media	Grupos homogéneos
Testigo (A)	0.9625	a
Injerto T (B)	1.0325	b
Injerto parche (C)	1.0625	c
Injerto empalme (D)	1.1725	d

Fuente: Elaboración propia.

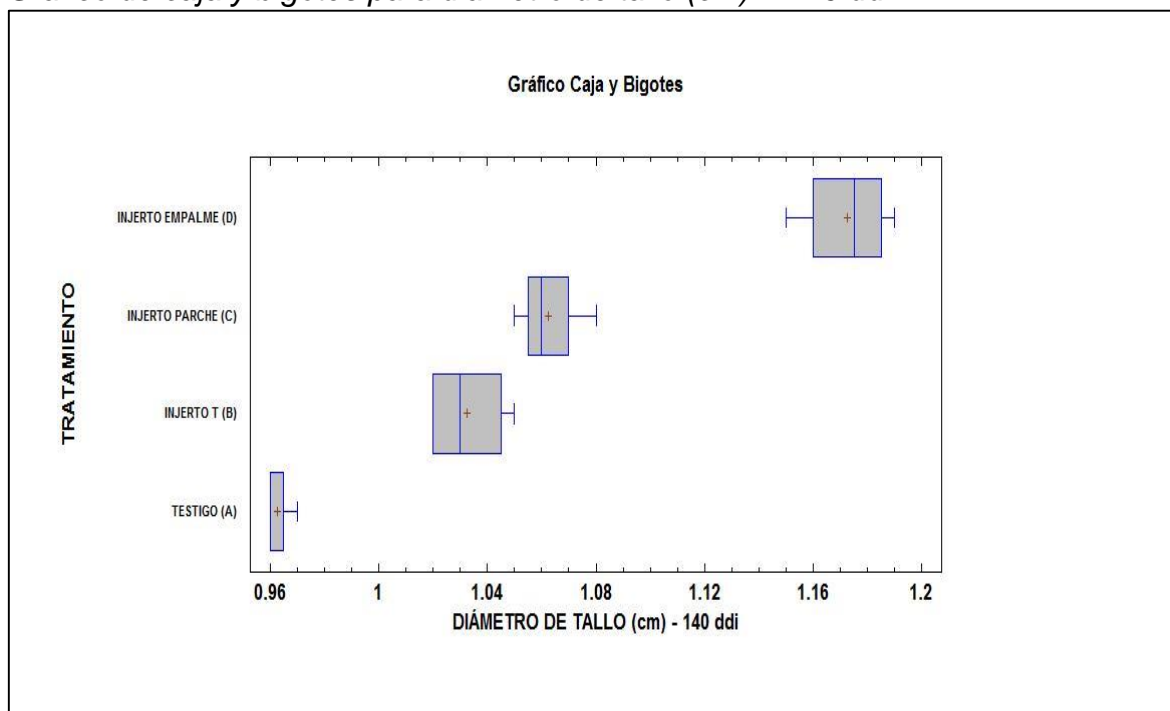
En la tabla 28 se presenta los resultados de la prueba de Tukey realizado a los tratamientos bajo evaluación y poder estimar que tratamiento permitió alcanzar el mayor tamaño del diámetro de tallo en los plantones de palto injertados.

De esta tabla se aprecia que el tratamiento **Injerto empalme** es el que mejor diámetro alcanzo en los tallos de los plantones de palto. Le siguen los tratamientos Injerto parche e Injerto T con valores de 1.0625 cm y 1.0325 cm respectivamente. De otra parte, el tratamiento **Testigo** reporta en promedio un valor de 0.9625 cm que lo ubica en la última escala por debajo de los demás tratamientos.

En la figura 10, se puede observar que los valores que corresponden al tratamiento **Testigo** se encuentran alineados a la izquierda mientras que, los demás tratamientos contienen sus datos alineados a la derecha, es decir en la mayor escala del eje x, lo cual corrobora los resultados obtenidos previamente en el análisis de varianza y la prueba Tukey.

Figura 10.

Gráfico de caja y bigotes para diámetro de tallo (cm) – 140 ddi.



Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.8. Longitud de tallo a los 20 días después del injertado

Los datos de la evaluación de la longitud del tallo a los 20 días después del injertado se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 29.

Longitud del tallo a los 20 días después del injertado

Repetición	Tratamientos			
	Testigo (A)	Injerto T	Injerto parche	Injerto empalme
1	4.2	4.5	4.90	5.15
2	4.24	4.52	4.95	5.2
3	4.2	4.5	4.93	5.17
4	4.2	4.5	4.92	5.15
Promedio	4.21	4.51	4.93	5.17

Fuente: Elaboración propia.

Después de los primeros 20 días de haber realizado el injertado en los plantones de palto se realizó la medición de la longitud de tallos. Para comprobar si existen variaciones significativas en las medias de los tratamientos considerados, a continuación, realizamos un análisis de varianza.

Tabla 30.*Análisis de varianza para longitud de tallo (cm) – 20 ddi*

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F calculado	F teórico	Sig.
Tratamientos	2.189168	3	0.72972	1956.79	3.49	Si
Error	0.004475	12	0.00037			
Total	2.193643	15				
C.V (%)	0.41					

Fuente: Elaboración propia

El resultado de la tabla 30, indica con un nivel de probabilidad del 95% de confianza que hay diferencias significativas entre los tratamientos. Esta afirmación se sustenta al contrastar el valor de **F calculado** con el **F teórico**, en donde el primer valor resulta superior frente al segundo, por consiguiente, es válido aceptar que los tratamientos si influenciaron en la longitud del tallo.

Tabla 31.*Prueba de Tukey para longitud de tallo (cm) – 20 ddi*

Tratamientos	Media	Grupos homogéneos
Testigo (A)	4.21	a
Injerto T (B)	4.505	b
Injerto parche (C)	4.925	c
Injerto empalme (D)	5.1675	d

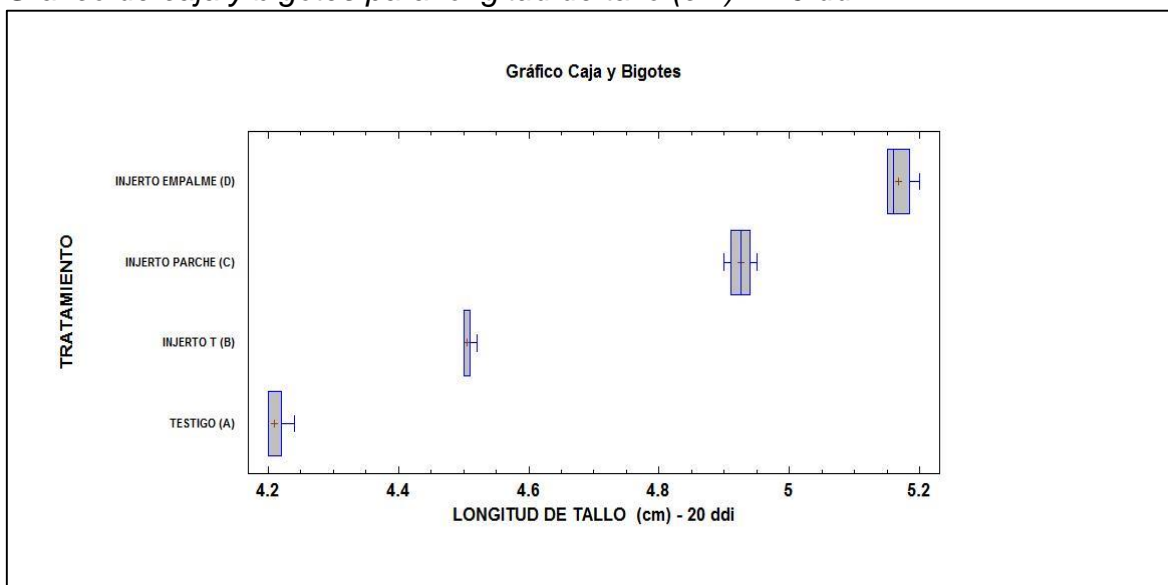
Fuente: Elaboración propia

Además, el resultado de la tabla 31 que corresponde a la prueba Tukey realizada a los tratamientos bajo evaluación señalan que la mejor respuesta en la longitud del tallo de los plantones de palto se debe al tratamiento **Injerto empalme** que permite alcanzar longitudes promedio de 5.1575 cm.

En la figura 11, se observa que los tratamientos bajo evaluación presentan distintas ubicaciones respecto al eje X; el tratamiento **Testigo** se ubica muy a la izquierda frente a los demás tratamientos lo que confirma los resultados hallados en la tabla 20 y 21.

Figura 11.

Gráfico de caja y bigotes para longitud de tallo (cm) – 20 ddi.



Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.9. Longitud de tallo a los 40 días después del injertado

Los datos de la evaluación de la longitud del tallo a los 40 días después del injertado se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 32.

Longitud del tallo a los 40 días después del injertado

Repetición	Tratamientos			
	Testigo (A)	Injerto T	Injerto parche	Injerto empalme
1	6.25	7.2	7.48	8
2	6.27	7	7.54	7.9
3	6.24	7.1	7.45	7.85
4	6.24	7.1	7.5	7.86
Promedio	6.25	7.10	7.49	7.90

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se realizó un análisis de varianza para establecer si existen o no diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos que fueron considerados para este estudio. De los resultados en la tabla 33, podemos afirmar que si hubo diferencias entre los promedios provenientes de los tratamientos evaluados.

Tabla 33.*Análisis de varianza para longitud de tallo (cm) – 40 ddi.*

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F calculado	F teórico	Sig.
Tratamientos	5.96322	3	1.9877416	612.40	3.49	Si
Error	0.03895	12	0.0032458			
Total	6.00217	15				
C.V (%)	0.79					

Fuente: Elaboración propia

Atribuimos las variaciones sustanciales observadas entre tratamientos con un grado de confianza del 95% a los efectos de las terapias mismas. Esta afirmación se sustenta al contrastar el valor de **F calculado** con el **F teórico**, en donde el primer valor resulta superior frente al segundo.

Tabla 34.*Prueba de Tukey para longitud de tallo (cm) – 40 ddi*

Tratamientos	Media	Grupos homogéneos
Testigo (A)	6.25	a
Injerto T (B)	7.10	b
Injerto parche (C)	7.4925	c
Injerto empalme (D)	7.9025	d

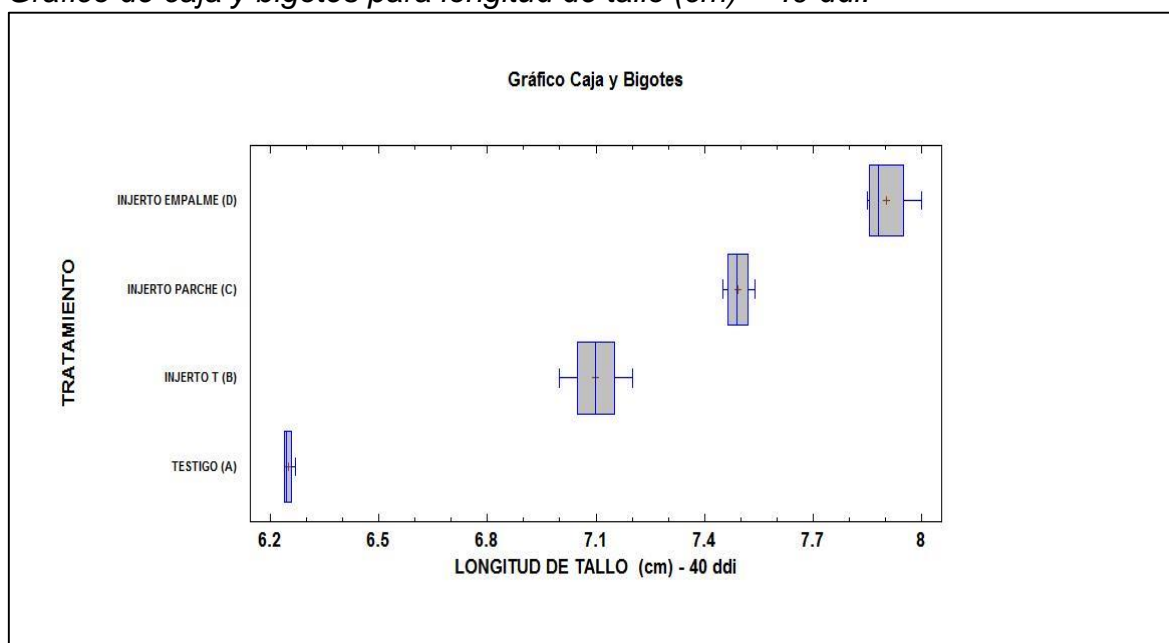
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 34, se presenta los resultados que corresponde a la prueba Tukey realizada a los tratamientos bajo evaluación y señalan que la mejor respuesta en la longitud del tallo de los plantones de palto se debe al tratamiento **Injerto empalme** con longitudes en promedio de 7.9025 cm. Así mismo, en esta tabla se observa que los tratamientos **Injerto parche** e **Injerto T** alcanzan valores de 7.4925 cm y 7.10 cm respectivamente.

Mientras que el tratamiento **Testigo** presenta valores promedio de 6.25 cm en la longitud del tallo situándolo por debajo de los demás tratamientos.

Figura 12.

Gráfico de caja y bigotes para longitud de tallo (cm) – 40 ddi.



Fuente: Elaboración propia

En la figura 12, se observa que el tratamiento **Testigo** presentan menor variabilidad en sus datos sin embargo se encuentra más alejados que los demás tratamientos, lo cual corrobora lo reportado en el análisis de varianza efectuado.

5.1.2.10. Longitud de tallo a los 60 días después del injertado

Los datos de la evaluación de la longitud del tallo a los 60 días después del injertado se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 35.

Longitud del tallo a los 60 días después del injertado.

Repetición	Tratamientos			
	Testigo (A)	Injerto T	Injerto parche	Injerto empalme
1	6.25	7.2	7.48	8
2	6.27	7	7.54	7.9
3	6.24	7.1	7.45	7.85
4	6.24	7.1	7.5	7.86
Promedio	6.25	7.10	7.49	7.90

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar si existen cambios sustanciales entre los tratamientos se realizó un análisis de varianza.

De la tabla 36, los datos obtenidos revelan que existen variaciones entre los tratamientos estudiados. La comparación entre los valores F teóricos y calculados lleva a esta conclusión; La F calculada es mayor que la F teórica, por lo que esta comparación desmiente la hipótesis de que son equivalentes.

Tabla 36.

Análisis de varianza para longitud de tallo (cm) – 60 ddi.

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F calculado	F teórico	Sig.
Tratamientos	30.0975	3	10.03251	3051.71	3.49	Si
Error	0.03945	12	0.003287			
Total	30.137	15				
C.V (%)	0.60					

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 37 se presenta los resultados de la prueba Tukey realizado a los tratamientos bajo evaluación para determinar que tratamiento obtuvo la mejor respuesta en la longitud del tallo.

Tabla 37.

Prueba de Tukey para longitud de tallo (cm) – 60 ddi.

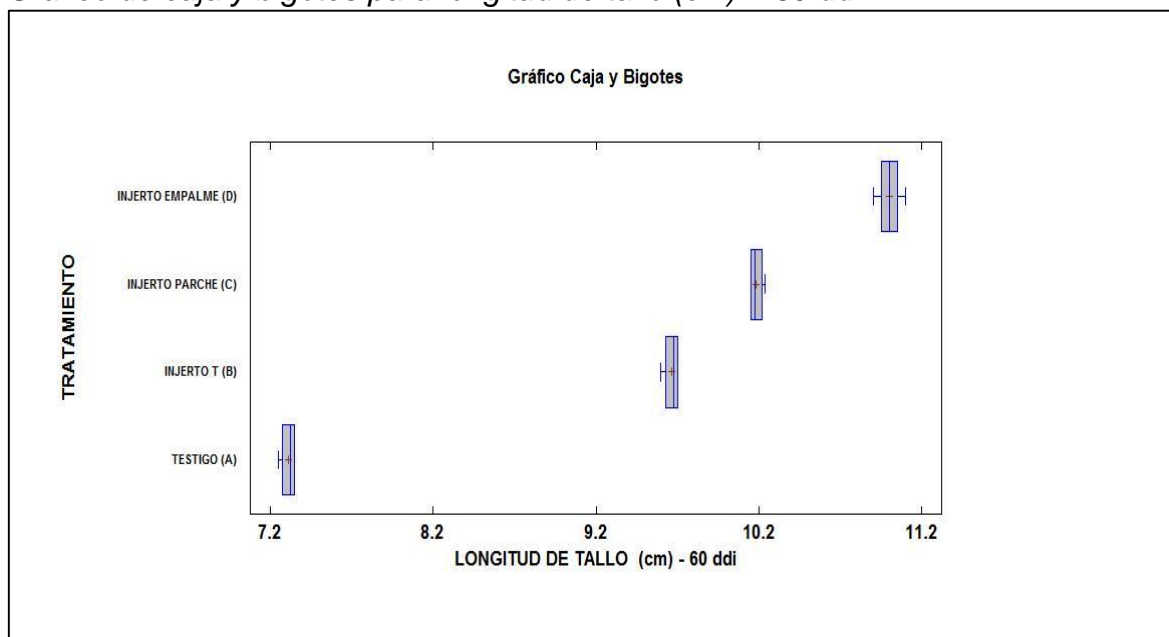
Tratamientos	Media	Grupos homogéneos
Testigo (A)	7.31	a
Injerto T (B)	9.66	b
Injerto parche (C)	10.18	c
Injerto empalme (D)	11.00	d

Fuente: Elaboración propia

Tukey indica que el tratamiento **Injerto empalme** fue el que mejor resultados logro en la longitud del tallo, alcanzando valores en promedio de 11.00 cm. También se encuentran los tratamientos **Injerto parche** e **Injerto T** ocupando el segundo y tercer lugar respectivamente. En el último lugar se encuentra el tratamiento **Testigo** con 7.31 cm.

Figura 13.

Gráfico de caja y bigotes para longitud de tallo (cm) – 60 ddi.



Fuente: Elaboración propia

De manera visual, podemos confirmar lo reportado en los análisis de varianza y prueba Tukey respecto a las diferencias significativas entre los tratamientos. En la figura 13, se observa que el tratamiento **Testigo** se encuentra más alejado respecto de los demás lo que indica el menor valor en las longitudes de los tallos de plántones de palto.

5.1.2.11. Longitud de tallo a los 80 días después del injertado

Los datos de la evaluación de la longitud del tallo a los 80 días después del injertado se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 38.

Longitud del tallo a los 80 días después del injertado

Repetición	Tratamientos			
	Testigo (A)	Injerto T	Injerto parche	Injerto empalme
1	9.10	12.40	13.00	14.70
2	9.15	12.10	13.10	14.50
3	9.12	12.00	12.90	14.50
4	9.17	12.00	13.00	14.20
Promedio	9.14	12.13	13.00	14.48

Fuente: Elaboración propia.

A los 80 días de haber realizado el injerto, se midieron las longitudes de los tallos del aguacate con el fin de determinar si existen diferencias bien marcadas entre los tratamientos evaluados.

Por esta razón, realizamos análisis de varianza para determinar si los promedios de los diferentes tratamientos eran estadísticamente diferentes entre sí.

Tabla 39.
Análisis de varianza para longitud de tallo (cm) – 80 ddi.

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F calculado	F teórico	Sig.
Tratamientos	60.857	3	20.285	943.90	3.49	Si
Error	0.2579	12	0.0214			
Total	61.11	15				
C.V (%)	1.20					

Fuente: Elaboración propia.

Esta afirmación se apoya en el contraste de **F calculado** frente al **F teórico**, ya que al ser F calculado mayor se puede inferir que los tratamientos en estudio tuvieron influencia directa sobre la longitud de los tallos en los plantones de palto.

Se aplicó la prueba de Tukey para determinar la superioridad entre los tratamientos evaluados; de la tabla 40 se afirma que el mejor tratamiento en la longitud de tallos de plantones de palto le corresponde al tratamiento **Injerto empalme** que alcanza valores promedios de 14.475 cm de longitud.

Tabla 40.
Prueba de Tukey para longitud de tallo (cm) – 80 ddi.

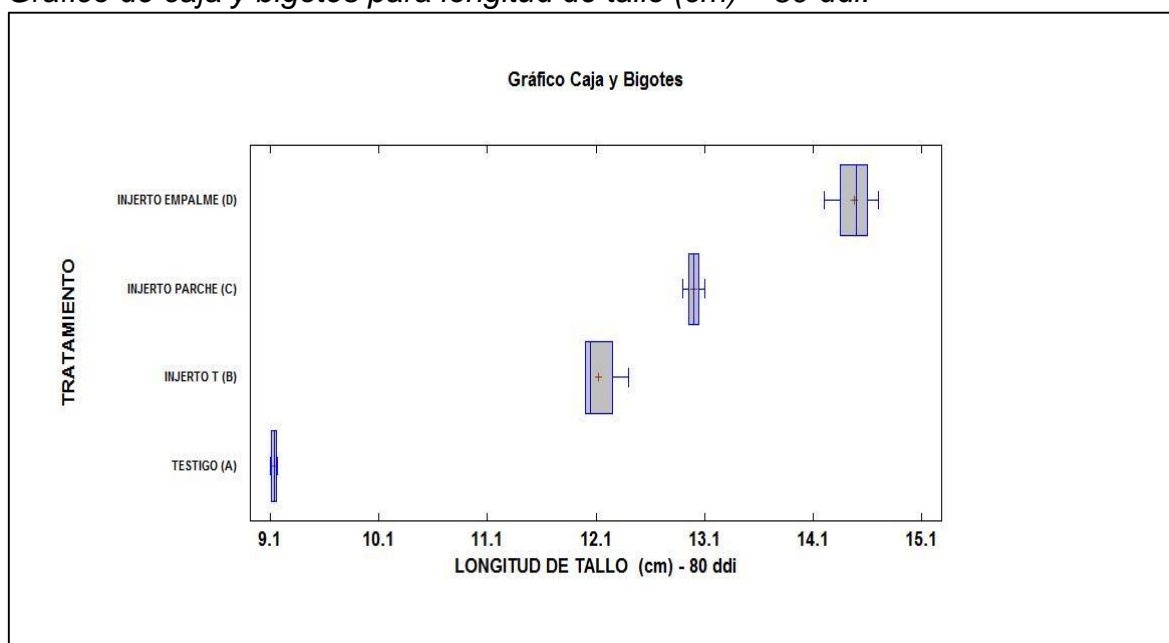
Tratamientos	Media	Grupos homogéneos
Testigo (A)	9.135	a
Injerto T (B)	12.125	b
Injerto parche (C)	13.00	c
Injerto empalme (D)	14.475	d

Fuente: Elaboración propia

Mientras que los tratamientos **Injerto parche** e **Injerto T** se ubican en segundo y tercer lugar con valores de 13.00 cm y 12.125 cm respectivamente. De otra parte, el tratamiento **Testigo** con 9.135 cm ubicándose en el último lugar.

Figura 14.

Gráfico de caja y bigotes para longitud de tallo (cm) – 80 ddi.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 14, se visualiza que los datos provenientes del tratamiento **Testigo** se encuentran más alejados respecto a los otros tratamientos debido a que sus valores son muy inferiores confirmando lo reportado en el análisis de varianza y la prueba Tukey.

5.1.2.12. Longitud de tallo a los 100 días después del injertado

Los datos de la evaluación de la longitud del tallo a los 100 días después del injertado se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 41.

Longitud del tallo a los 100 días después del injertado

Repetición	Tratamientos			
	Testigo (A)	Injerto T	Injerto parche	Injerto empalme
1	9.10	12.40	13.00	14.70
2	9.15	12.10	13.10	14.50
3	9.12	12.00	12.90	14.50
4	9.17	12.00	13.00	14.20
Promedio	9.14	12.13	13.00	14.48

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó un análisis de varianza en los tratamientos para ver si había diferencias estadísticamente significativas y los hallazgos se muestran en la Tabla 41.

Tabla 42.

Análisis de varianza para longitud de tallo (cm) – 100 ddi

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F calculado	F teórico	Sig.
Tratamientos	43.826	3	14.608	865.72	3.49	Si
Error	0.2025	12	0.0168			
Total	44.029	15				
C.V (%)	0.88					

Fuente: Elaboración propia.

Debido a que los datos de esta tabla demuestran que existen distinciones discernibles entre los tratamientos que se investigaron, es apropiado afirmar que el tipo de terapia tuvo un papel en la determinación de cómo se desarrolló el tallo.

La razón para afirmar esta condición se sustenta en la comparación del **F calculado** versus el **F teórico**, dado que la regla de aceptación para afirmar que el promedio obtenido por cada tratamiento sucede cuando el **F teórico** es mayor al **F calculado** sin embargo en este caso ocurre todo lo contrario; por tanto, los promedios de estos tratamientos son distintos entre sí.

La prueba Tukey realizada (tabla 42) indica que, de los tratamientos evaluados, el **Injerto empalme** tiene los mejores promedios frente al resto. El valor alcanzado de 16.47 cm de longitud.

Tabla 43.

Prueba de Tukey para longitud de tallo (cm) – 100 ddi.

Tratamientos	Media	Grupos homogéneos
Testigo (A)	12.10	a
Injerto T (B)	14.87	b
Injerto parche (C)	15.72	c
Injerto empalme (D)	16.47	d

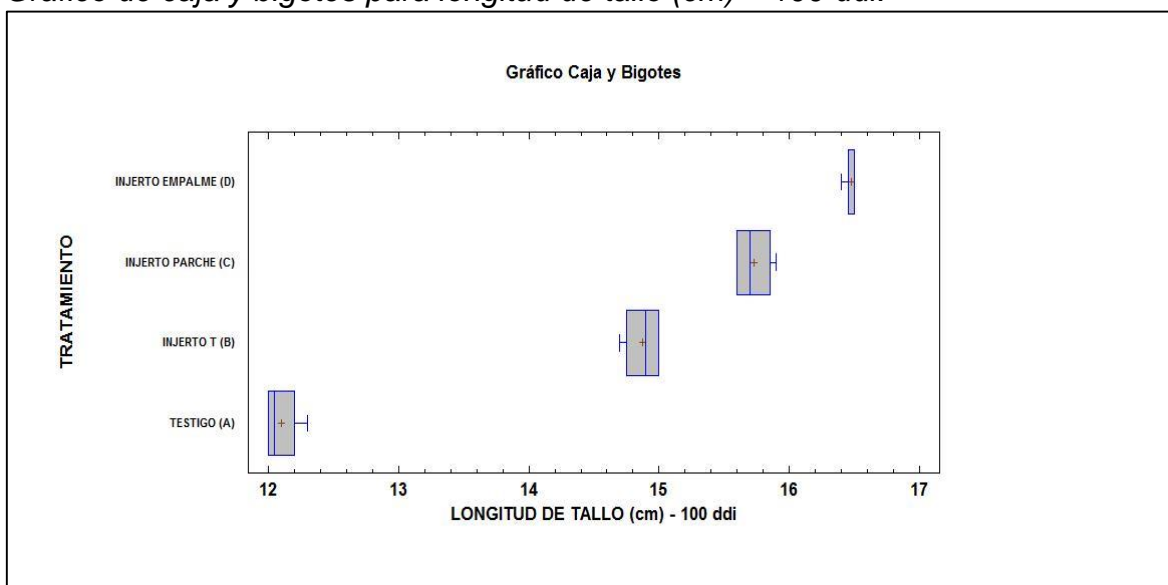
Fuente: Elaboración propia.

La Figura 15 es una representación visual de los resultados de la prueba de Tukey y del análisis de varianza. Los datos del tratamiento Control están ubicados

más a la izquierda en el eje x (escala de longitud del tallo) que los de los otros tratamientos. Esta distribución espacial de los tratamientos indica que el tratamiento **Testigo** reporta los valores más bajos en la longitud de tallos.

Figura 15.

Gráfico de caja y bigotes para longitud de tallo (cm) – 100 ddi.



Fuente: Elaboración propia

5.1.2.13. Longitud de tallo a los 120 días después del injertado

Los datos de la evaluación de la longitud del tallo a los 120 días después del injertado se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 44.

Longitud del tallo a los 120 días después del injertado

Repetición	Tratamientos			
	Testigo (A)	Injerto T	Injerto parche	Injerto empalme
1	14.20	17.00	19.00	21.00
2	14.50	17.20	18.90	21.40
3	14.40	17.50	19.00	20.20
4	14.00	17.40	19.00	20.00
Promedio	14.28	17.28	18.98	20.65

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianza realizado confirma, con un nivel de confianza del 95%, que los tratamientos estudiados contribuyeron a las disparidades preexistentes en las longitudes medias de los tallos de las plántulas de aguacate.

Tabla 45.*Análisis de varianza para longitud de tallo (cm) – 120 ddi*

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F calculado	F teórico	Sig.
Tratamientos	88.816	3	29.60	220.32	3.49	Si
Error	1.6125	12	0.13			
Total	90.429	15				
C.V (%)	2.06					

Fuente: Elaboración propia

La superioridad de las terapias revisadas se comprobó luego de realizar un ANOVA, con la ayuda de la prueba de Tukey.

De la tabla 46 el resultado de la prueba Tukey, con un nivel de confianza del 95%, indica que el tratamiento **Injerto empalme** resultó con un valor de 20.650 cm en la longitud del tallo; este resultado lo ubica en el primer lugar. De otro lado, los tratamientos **Injerto parche** e **Injerto T** lograron valores de 18.975 cm y 17.275 cm respectivamente.

Tabla 46.*Prueba de Tukey para longitud de tallo (cm) – 120 ddi*

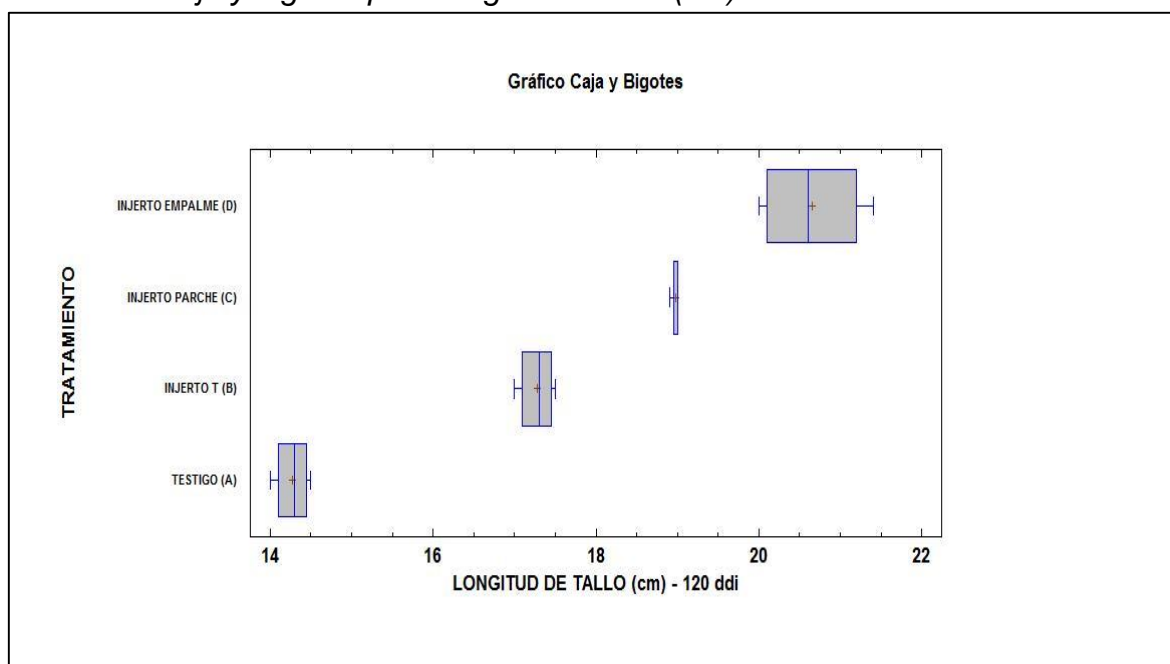
Tratamientos	Media	Grupos homogéneos
Testigo (A)	14.275	a
Injerto T (B)	17.275	b
Injerto parche (C)	18.975	c
Injerto empalme (D)	20.650	d

Fuente: Elaboración propia

Al analizar la figura 16, se llega a los mismos resultados debido a que los datos que provienen del tratamiento **Testigo** están alineados más a la izquierda respecto al eje x (longitud de tallo) razón por la cual es válido afirmar que las longitudes alcanzadas debido a este tratamiento son inferiores frente al resto.

Figura 16.

Gráfico de caja y bigotes para longitud de tallo (cm) – 120 ddi.



Fuente: Elaboración propia

5.1.2.14. Longitud de tallo a los 140 días después del injertado

Los datos de la evaluación de la longitud del tallo a los 140 días después del injertado se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 47.

Longitud del tallo a los 140 días después del injertado.

Repetición	Tratamientos			
	Testigo (A)	Injerto T	Injerto parche	Injerto empalme
1	14.20	17.00	19.00	21.00
2	14.50	17.20	18.90	21.40
3	14.40	17.50	19.00	20.20
4	14.00	17.40	19.00	20.00
Promedio	14.28	17.28	18.98	20.65

Fuente: Elaboración propia.

Estas diferencias existentes (tabla 48) entre los promedios provenientes de las longitudes de tallo se deben directamente a la influencia de los tratamientos. Se valida el resultado dado que el valor **F calculado** es mayor al **F teórico**, condición suficiente para afirmar lo señalado.

Tabla 48. Análisis de varianza para longitud de tallo (cm) – 140 ddi.

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F calculado	F teórico	Sig.
Tratamientos	156.941	3	52.313	1059.52	3.49	Si
Error	0.592	12	0.049			
Total	157.53	15				
C.V (%)	0.99					

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianza realizado confirma, con un nivel de confianza del 95%, que los tratamientos estudiados contribuyeron a las disparidades preexistentes en las longitudes medias de los tallos de las plántulas de aguacate.

El resultado de la prueba de Tukey que se muestra en la tabla 49 indica que el tratamiento con injerto de empalme tuvo la mejor respuesta en la longitud del tallo, alcanzándose una longitud máxima de 25,775 cm con un nivel de confianza del 95%. El **injerto parche** e **Injerto T** se encuentran en el segundo y tercer lugar respectivamente con valores de 24.225 cm y 22.275 cm.

También se observa que el tratamiento **Testigo** alcanza un valor de 17.45 cm, sin embargo, estos resultados logrados no superaron a los demás tratamientos.

Tabla 49.

Prueba de Tukey para longitud de tallo (cm) – 140 ddi

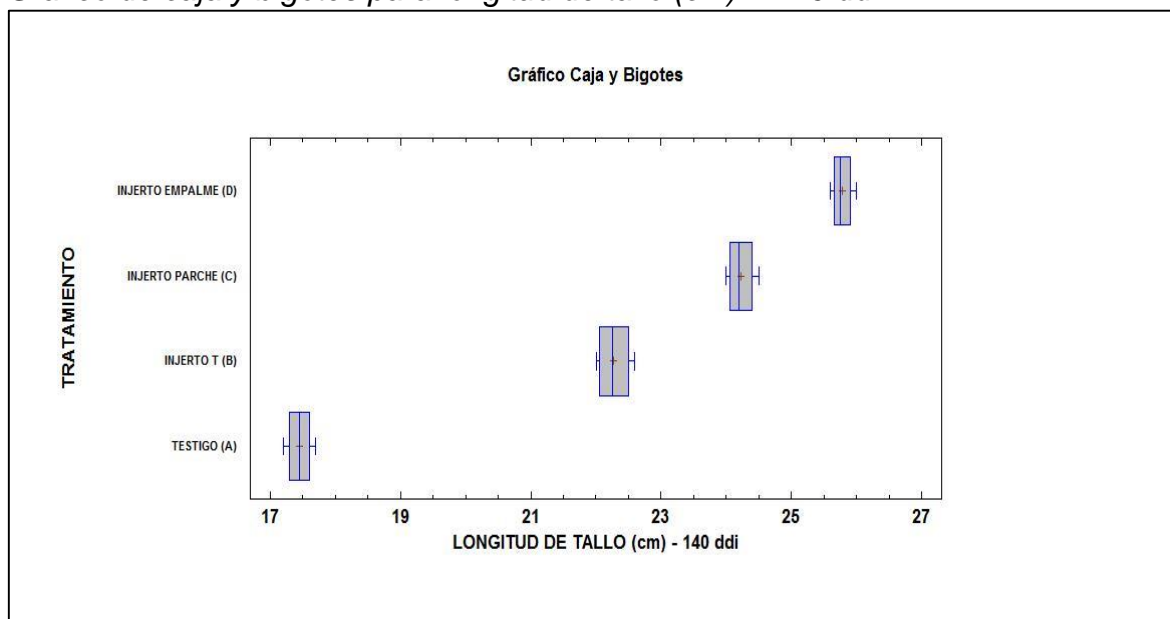
Tratamientos	Media	Grupos homogéneos
Testigo (A)	17.45	a
Injerto T (B)	22.275	b
Injerto parche (C)	24.225	c
Injerto empalme (D)	25.775	d

Fuente: Elaboración propia.

Gráficamente con apoyo de la figura 17 podemos afirmar que el valor de las longitudes de tallo provenientes del tratamiento testigo presentan valores inferiores frente a los demás tratamientos evaluados. Se valida esta afirmación debido a la ubicación dentro del eje x (longitud de tallo) en comparación del resto de tratamientos que se encuentran más ubicados a la derecha.

Figura 17.

Gráfico de caja y bigotes para longitud de tallo (cm) – 120 ddi.



Fuente: Elaboración propia

5.1.2.15. Número de hojas a los 140 días después del injertado

Esta tabla muestra los resultados de un análisis cuantitativo del recuento de hojas tomado 140 días después del injerto.

Tabla 50.

Número de hojas a los 140 días después del injertado

Repetición	Tratamientos			
	Testigo (A)	Injerto T	Injerto parche	Injerto empalme
1	7.00	9.00	10.00	11.00
2	8.00	8.00	9.00	11.00
3	8.00	8.00	9.00	10.00
4	8.00	8.00	9.00	9.00
Promedio	7.75	8.25	9.25	10.25

Fuente: Elaboración propia.

Después de 140 días, se realizó un análisis de varianza para ver si hubo cambios estadísticamente significativos entre los tratamientos. Se encontró, con un nivel de confianza del 95%, que el número de hojas en las muestras de cada tratamiento fue diferente.

Tabla 51.*Análisis de varianza para número de hojas – 140 ddi.*

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F calculado	F teórico	Sig.
Tratamientos	14.75	3	4.9166	11.80	3.49	Si
Error	5.00	12	0.4166			
Total	19.75	15				
C.V (%)	7.27					

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 51, el valor **F calculado** es mayor que el **F teórico** razón por la cual podemos afirmar que las diferencias halladas en el número de hojas se debe al uso de los tratamientos.

Tabla 52.*Prueba de Tukey para número de hojas – 140 ddi*

Tratamientos	Media	Grupos homogéneos
Testigo (A)	7.75	a
Injerto T (B)	8.25	b
Injerto parche (C)	9.25	c
Injerto empalme (D)	10.25	d

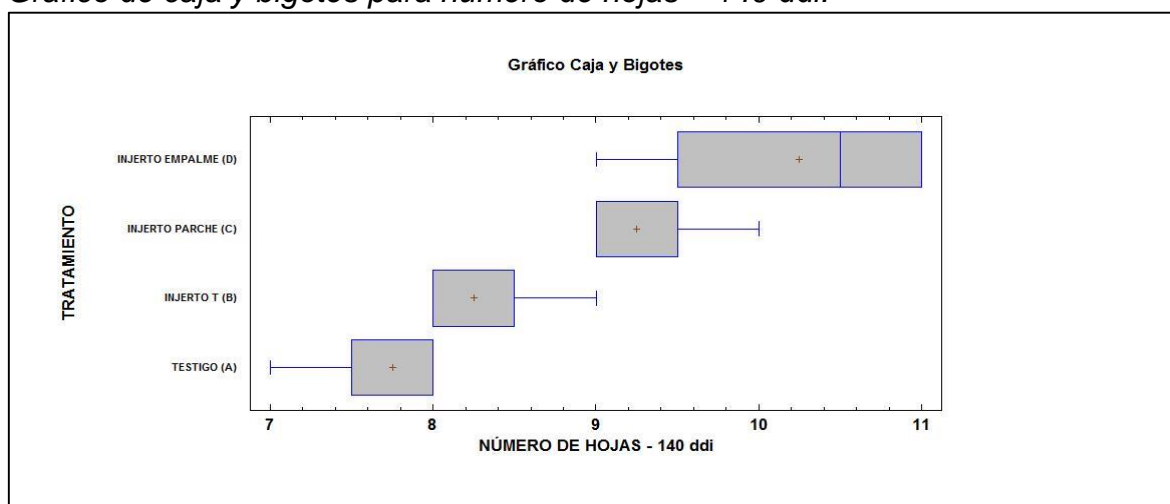
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al resultado de la tabla 52, la mayor cantidad de hojas se consigue empleando el **Injerto empalme** ubicándose en el primer lugar. Mientras que los **Injerto parche** e **Injerto T** se ubican en segundo y tercer lugar respectivamente.

La figura 18, de manera visual permite identificar las diferencias encontradas en el número de hojas a consecuencia de los tratamientos empleados. De este gráfico se observa que el tratamiento **Testigo** se encuentra alineado más a la izquierda que el resto de los tratamientos.

Figura 18.

Gráfico de caja y bigotes para número de hojas – 140 ddi.



Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.16. Área foliar a los 100 días después del injertado

Los datos de la evaluación del área foliar a los 140 días después del injertado se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 53.

Área foliar a los 140 días después del injertado.

Repetición	Tratamientos			
	Testigo (A)	Injerto T	Injerto parche	Injerto empalme
1	7.50	9.10	9.50	10.20
2	7.56	9.30	9.45	10.00
3	7.20	9.00	9.60	10.40
4	7.00	9.00	9.70	10.50
Promedio	7.32	9.10	9.56	10.28

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del análisis de la variación del área foliar apuntan a la existencia de distinciones significativas entre los tratamientos.

Tabla 54.

Análisis de varianza para área foliar (cm²) – 140 ddi

Fuentes de Variación	SC	GL	CM	F calculado	F teórico	Sig.
Tratamientos	19.1012	3	6.367	169.38	3.49	Si
Error	0.45107	12	0.037			
Total	19.55	15				
C.V (%)	2.14					

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 54, el valor **F calculado** es mayor al valor **F teórico** por consiguiente las diferentes medidas del área foliar en los plantones de palto se deben a los tratamientos empleados.

Tabla 55.

Prueba de Tukey para área foliar (cm²) – 140 ddi.

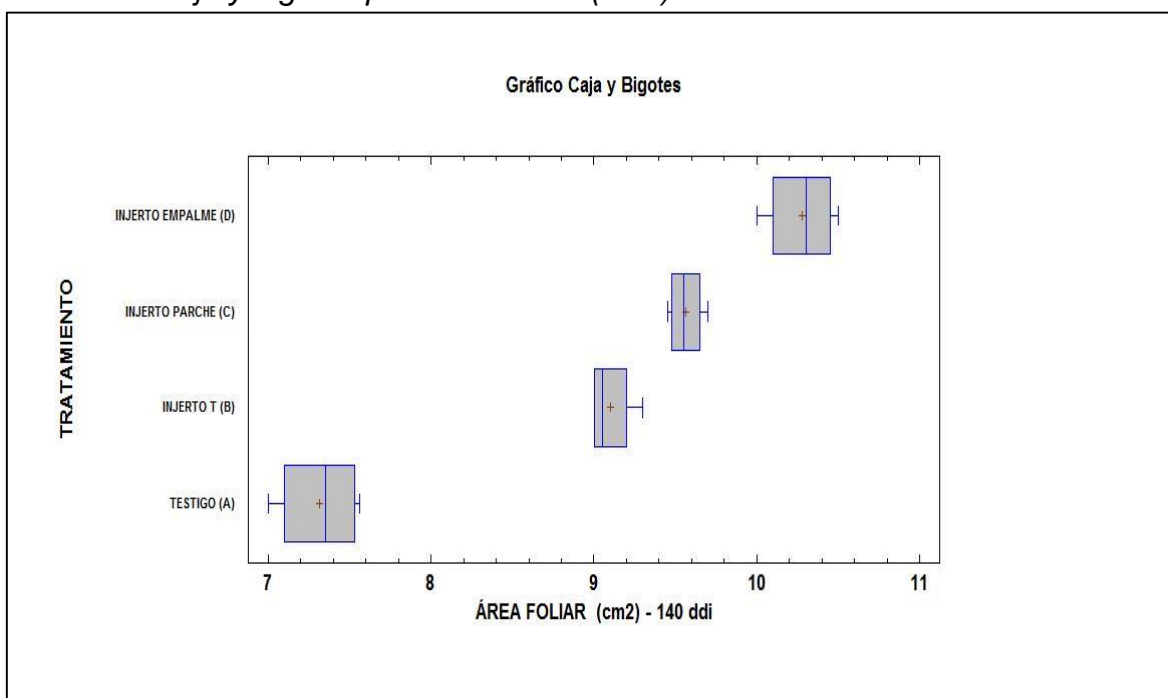
Tratamientos	Media	Grupos homogéneos
Testigo (A)	7.315	a
Injerto T (B)	9.10	b
Injerto parche (C)	9.56	c
Injerto empalme (D)	10.275	d

Fuente: Elaboración propia

La prueba Tukey realizada (tabla 55) para determinar que tratamiento resulto superior frente al resto, con un nivel de confianza del 95%, indica que el tratamiento **Injerto empalme** fue superior al resto. Aplicando este tratamiento se consigue áreas foliares en promedio de 10.275 cm² mientras que el **Injerto parche** e **Injerto T** se ubican en el segundo y tercer lugar respectivamente.

Figura 19.

Gráfico de caja y bigotes para área foliar (cm²) – 140 ddi.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 19, de manera gráfica se visualiza lo reportado en el análisis de varianza y la prueba Tukey. Se observa que los datos que corresponden al tratamiento testigo se encuentran alineados a la izquierda respecto a los demás tratamientos, esto sucede porque numéricamente en comparación con el resto son inferiores.

5.2. Discusiones

Los resultados de este estudio arrojan luz sobre el éxito relativo de varios injertos para promover el desarrollo y crecimiento de las plantas de aguacate, en línea con los antecedentes presentados por Amaguaya (2019), Julca (2019), Mejía (2010), Yanac (2019), Acuña (2017) y Ninaraque (2013).

En el caso de las evaluaciones realizadas para el diámetro de tallo sugieren la formación de tres grupos homogéneos en términos de diámetro de tallo: "Injerto empalme", "Injerto parche" e "Injerto T". Este hallazgo respalda la noción de que estos tres tipos de injertos son efectivos para estimular el crecimiento del diámetro del tallo en comparación con el tratamiento testigo. Estos resultados se alinean con las investigaciones previas de Mejía (2010), quien evaluó injertos de púa terminal y lateral en aguacate Fuerte, y de Julca (2019), quien investigó portainjertos de palto en variedades comerciales. Ambos estudios destacaron la importancia del tipo de injerto en el desarrollo del diámetro del tallo. Estos resultados se alinean con los hallazgos de Amaguaya (2019), donde se probaron varios injertos en tipos de aguacate para ver qué tan bien funcionarían en un vivero.

VI. Conclusiones

- El tratamiento más conveniente en la germinación de semillas de palto es usando microorganismos porque obtuvo la tasa más alta de porcentaje de germinación, esto se debe a las propiedades de fabricar fitohormonas que estimulan el crecimiento vegetal.

- Con la aplicación de microorganismos en la etapa de germinación se logra un 95.83% de que las plántulas de palto prosperen para la propagación.

- Así también, el tratamiento que mejores respuestas logró en las variables agronómicas en los plantones de palto fue el **Injerto empalme**, el mismo que obtuvo los mejores resultados en el diámetro del tallo, longitud del tallo y área foliar. Sin embargo, los tratamientos **Injerto parche** e **Injerto T** también mostraron ser idóneas para la propagación de palto debido a los mejores promedios obtenidos en las variables agronómicas evaluadas.

VII. Recomendaciones

Se presentan las siguientes recomendaciones:

- Profundizar en el estudio del injerto empalme: dado que el "Injerto empalme" demostró consistentemente resultados positivos en términos de diámetro de tallo, longitud del tallo, número de hojas y área foliada, sería valioso llevar a cabo investigaciones más detalladas sobre este método. Esto podría incluir investigar factores específicos que contribuyen a su éxito, como técnicas de poda, selección de portainjertos y condiciones de manejo en el vivero.

- Explorar adaptaciones para diferentes condiciones: es importante considerar que las condiciones pueden variar según la ubicación geográfica y el entorno de cultivo. Sería beneficioso investigar cómo el "Injerto empalme" responde en diferentes climas, suelos y altitudes. Esto permitiría adaptar las técnicas de injerto según las condiciones locales para optimizar los resultados.

- Evaluar el impacto a largo plazo: Aunque los resultados actuales son prometedores en términos de crecimiento temprano, es esencial realizar un seguimiento a largo plazo para comprender cómo las plántulas injertadas con "Injerto empalme" se desarrollan en el campo. Esto podría involucrar la medición del rendimiento de los árboles adultos en términos de producción de frutos y resistencia a enfermedades.

VIII. Referencias

- Acuña Álvarez, Juan. (2017). Utilizando un vivero en Vilcabamba - La Convención - Cusco, comparamos tres técnicas diferentes de injerto de árboles de aguacate (*Persea americana* Mill). Cusco es el hogar de la Universidad Nacional San Antonio Abad.
- AGRORURAL. (2010). Buenas prácticas agrícolas para el cultivo de aguacate: una guía técnica. Recuperado el 14 de noviembre del 2017 de:
<http://www.agrorural.gob.pe/dmdocuments/cobertizos/manualpaltobpa.pdf>
- Agustí Fonfria, M. (2010). Fruticultura. Madrid: Mundi – Prensa.
- Ahmad, F.; Ahmad, I.; Khan, MS. (2008). Identification of numerous plant growth-promoting actions in free-living rhizospheric bacteria. *Microbiol. Res.* 163: 173-181.
- Amaguaya Colcha, Hilda. (2019). Una comparación de tres tipos de injertos en cuatro cultivares de aguacate (*Persea americana*) para uso en plantaciones en viveros, Cantón Guano, provincia de Chimborazo. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Baiza Avelar, Vladimir Hurtado. (2003). Guía Técnica: Cultivo de Aguacate. República de El Salvador: IICA – MAG.
- Baraona Cockrell, M., Sancho Barrantes, E. (2000). Fruticultura Especial: Aguacate y Mango. San José: EUNED.
- Bernal E., J., Díaz D., C. (2008). Tecnología para el cultivo de aguacate. Colombia: CORPOICA.
- Bisonó Pérez, S., Hernández B., J. (2008). Manual sobre tecnología del cultivo de aguacate. Recuperado el 13 de noviembre del 2017 de:

<http://www.cedaf.org.do/CENTRODOC/EBOOK/GUIATECAGUACATE.PD>

E

Castillo, F.; Hernández, D.; Gallegos, G.; Méndez, M.; Rodríguez, R.; Reyes, A.; Aguilar, N. (2010). Plant extracts produced using different organic solvents have antifungal efficacy in vitro against *Rhizoctonia solani* Kühn. *Ind. Crop Prod.* 32: 324-328.

Castro, M. (1990). Propagación, Portainjertos y Reinjertación de Palto. Recuperado el 30 de noviembre del 2017 de:
http://www.avocadosource.com/Journals/CIVDMCHILE_1990/CIVDMCHILE_1990_PG_07.pdf

Díaz Robledo, J. (2004). Descubre los frutos exóticos. España: Ediciones Norma.

Dirección General de Información Agraria del Perú. (2008). Investigación sobre el mercado mundial del aguacate. Recuperado el 15 de noviembre del 2017 de:
http://www.minag.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/estudio_palta.pdf

Ferrera CR.; Alarcón, A. (2001). El papel de los microbios del suelo en la agricultura orgánica. *Ciencia Ergo Sum.*

Gómez, RM.; Villegas, J.; Sáenz Romero, C.; Lindig – Cisneros, R. (2013). The role of mycorrhizal fungi in the successful colonization of gullies by *Pinus pseudostrobus*. *Madera Bosques* 19(3): 51-63

Guillen, CR.; Hernández, CFD.; Gallegos, MG.; Rodríguez, HR.; Aguilar, GCN.; Padrón, CE. (2006). Pepper growth and production in soils infected with *Fusarium* species, *Rhizoctonia solani* Kühn, and *Phytophthora capsici*

Leonina and treated with *Bacillus* spp (*Capsicum annuum* L.). *Rev. Mex. Fitopatol.* 23: 105-113

Herrera Rojas, M., Narrea Cango, M. (2011). Manejo Integrado del Palto.

Recuperado el 28 de noviembre del 2017 de:

[http://www.agrobanco.com.pe/pdfs/capacitacionesproductores/palto/Guia
Tecnica de Palto.pdf](http://www.agrobanco.com.pe/pdfs/capacitacionesproductores/palto/Guia_Tecnica_de_Palto.pdf)

INIA Instituto Nacional de innovación Agraria. (2011). Propagación clonal modificada en portainjerto de palto cv Duke 07

Infojardín. (s.f.). El aguacate. Recuperado el 15 de noviembre del 2017 de:

<http://articulos.infojardin.com/Frutales/fichas/aguacate-aguacates.htm>

Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (2013). Guía de campo: injertación del palto. Chile: Boletín INIA N° 273.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (2010). El cultivo de palto. Recuperado el 4 de noviembre del 2017 de:

http://platina.inia.cl/ururi/docs/INIA_B0129.pdf

Julca Antonio, Rosa Beatriz. (2019). Utilizando entornos de vivero en la región de Llumpa de la provincia de Ancash de Mariscal Luzuriaga, se evaluaron dos portainjertos de aguacate (*Persea Americana* Mill) junto con dos cultivares comerciales. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

Loredo, OC.; López – Reyes, L.; Espinosa – Victoria, D. (2004). Microorganismos específicos del césped que estimulan el crecimiento de las plantas: Una revisión. *TERRA Latinoam.* 22: 225-239

Mejía Meneses, Wilmer. (2010). Resultados de las pruebas realizadas en el vivero San Vicente de Pusir Carchi de injertos de espiga terminal y lateral sobre

portainjertos de aguacate nacional en macetas con cuatro sustratos diferentes. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.

Montaño, N.; Sandoval, A.; Camargo, S.; Sánchez, J. (2010). Los microorganismos: pequeños gigantes. Elementos 77: 15-23

Naiman AD.; Latronico AE.; García de Salamone, IE. (2009). Effects of *Pseudomonas fluorescens* and *Azospirillum brasilense* inoculation on wheat's productivity and rhizosphere microflora. Eur. J Soil Biol.

Ninaraque Mamani, Priscila. (2013). Evaluación de tres tipos diferentes de injertos y dos clones diferentes de yemas del cultivar Hass injertados sobre el portainjerto de aguacate Topa Topa (*Persea americana* Mill). Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann

Organización Privada de Desarrollo. (2010). Tecnología Productiva del Palto.

Recuperado el 14 de noviembre del 2017 de:

[http://www.solidperu.com/upl/1/default/doc/Palta%20-%20Marco%20Referencial\(2\).pd](http://www.solidperu.com/upl/1/default/doc/Palta%20-%20Marco%20Referencial(2).pd)

Parodi Macedo, Guillermo J. (2007). La producción de aguacate requiere un manejo cuidadoso del recorte del cultivo. Lima: SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN EN CULTIVOS – INIA.

Pedraza RO.; Teixeira KRS.; Fernández Scavino, A.; García de Salamone I.; Baca BE.; Azcón A.; Baldani VLD.; Bonilla, R. (2010). Microorganismos beneficiosos que estimulan el desarrollo de las plantas y mejoran la calidad general del suelo. Corpoica Ciencia Tecnología Agropecuaria.

Rivera, MC.; Wright, ER. (2013). Interactions between harmful plant diseases and helpful bacteria that live in the rhizosphere. En García de Salamone, IE.; Vázquez, S.; Penna, C.; Cassan, F. (Eds.) Rizosfera, Biodiversidad y

Agricultura Sustentable. Buenos Aires – Argentina: Asociación Argentina de Microbiología.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México. (2012). El aguacate. Recuperado el 23 de noviembre del 2017 de: <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Paginas/aguacate.aspx>

Soroa, BMR.; Hernández-Fernández A.; Soto-Carreno, F.; Terry Alfonso E. (2009). Especies microbianas beneficiosas en la rizosfera de gerbera y el papel que desempeñan en el crecimiento y rendimiento de las plantas. Rev. Chapingo Ser. Hortic.

Tenorio M., José. (2007). Manual para el cultivo de palto. Lima – Perú: INICTEL – UNI.

Terry Alfonso, Elein.; Leyva, Angel.; Hernandez, Annia. (2005). Biofertilizantes eficaces para el cultivo del tomate gracias a microorganismos útiles (*Lycopersicon esculentum*, Mill). Colombia: Biotecnol.

Vance, C.; Gantt, J. (1992). Regulation of root nodule nitrogen and carbon metabolism. *Physiol. Plant.*

Yanac Yaco, Sandro. (2019). Comparación de dos técnicas de injerto de aguacate Hass sobre un portainjerto mexicano (*Persea americana* Mill) a 2800 msnm en Sanachgan, distrito de Fidel Olivas Escudero, provincia de Mariscal Luzuriaga – Ancash. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

Whipps, JM. (2001). Interactions between microbes and biological regulation in the rhizosphere. *J. Exp. Bot.* 52: 487-511.