UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE NEGOCIOS AGRONÓMICOS Y FORESTALES

TESIS

Evaluación productiva y económica de la propagación de patrones y su efecto en el prendimiento del injerto de palta (*Persea americana* Mill.) variedades Hass y Fuerte, en Luricocha

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de Negocios Agronómicos y Forestales

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Agronomía

PRESENTADO POR:

Ruiz Sulca, Yorch Clinton

ASESOR:

Dr. Enderson Henry Cruz Mamani

HUANTA – AYACUCHO

2026

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

Evaluación productiva y económica de la propagación de patrones y su efecto en el prendimiento del injerto de palta (Pers ea americana Mill.) variedades Hass y Fu erte, en Luricocha

AUTOR

Yorch Clinton Ruiz Sulca

RECUENTO DE PALABRAS

53374 Words

RECUENTO DE CARACTERES

296540 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

201 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

12.8MB

FECHA DE ENTREGA

Jun 18, 2026 11:30 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jun 18, 2026 11:35 AM GMT-5

10% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados

Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por CRUZ MAMANI Enderson Henry FAU 20574653798 soft
Fecha: 2026.09.03 17:28:48 -05'00'

Resumen

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
Creada por Ley N° 29658
FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE NEGOCIOS AGRONÓMICOS Y FORESTALES

En la ciudad de Huanta, en el Auditorio de Estudios Generales – 5 Estudios Generales de la Universidad Nacional Autónoma de Huanta, ubicado en el Jr. Miguel Lazón N° 370 – cinco esquinas, a los 14 días del mes de setiembre de 2026, siendo las 10:00 horas, se dio inicio al acto académico de sustentación de tesis con la presencia de los miembros del jurado calificador:

Dra. Adelfa Yzarra Aguilar	**Miembro Titular 1 (Presidente)**
Dra. Doris Quispe Condori	**Miembro titular 2**
Dr. Enderson Henry Cruz Mamani	**Miembro titular 3**
Mtro. William Blas Torres Gutiérrez	**Miembro Suplente**

Acto seguido se procedió a dar lectura a la Resolución de Vicepresidencia Académica N° 151-2026-CO-UNAH, en la que señala fecha, hora y designación de jurado evaluador para la sustentación de tesis del **Bach. Yorch Clinton Ruiz Sulca,** con la tesis titulada: **"Evaluación productiva y económica de la propagación de patrones y su efecto en el prendimiento del injerto de palta (*Persea americana* Mill.) variedades Hass y Fuerte, en Luricocha"** asesorado por el Dr. Enderson Henry Cruz Mamani para optar el Título profesional de: Ingeniero de Negocios Agronómicos y Forestales.

Observaciones:
..... Ninguna .....
.....
.....

Terminada la sustentación se procedió a la formulación de preguntas por los miembros del jurado evaluadores, los mismos que fueron defendidos y absueltos por el tesista. Acto seguido se procedió a calificar con el resultado siguiente:

Aprobado Regular	( )
Aprobado Bueno	( )
Aprobado Muy Bueno	(X)
Aprobado Excelente	( )

Con la calificación de ..... Diecisiete ..... (17)
Siendo las ..... se da por finalizada el acto académico de sustentación de tesis pasando a firmar los miembros del jurado evaluador.

.....
Dra. Adelfa Yzarra Aguilar
Miembro Titular 1 (Presidente)

.....
Dra. Doris Quispe Condori
Miembro Titular 2

.....
Dr. Enderson Henry Cruz Mamani
Miembro Titular 3

Evaluación productiva y económica de la propagación de patrones y su efecto en el prendimiento del injerto de palta (*Persea americana* Mill.) variedades Hass y Fuerte, en Luricocha

TESISTA

Bach. Yorch Clinton Ruiz Sulca ASESOR

Dr. Enderson Henry Cruz Mamani

CIP N° 285419

Dedicatoria

A mi padre, Jorge Benedicto Ruiz Curo, por ser mi guía, ejemplo y principal inspiración. Gracias por inculcarme valores como el respeto, la honestidad, la humildad y la perseverancia. Aunque hoy no estés físicamente conmigo, este logro también te pertenece, pues tu legado permanece en cada uno de mis pasos.

A mi madre, Jesusa Sulca Chávez, por su amor incondicional, sacrificio y constante apoyo. Gracias por ser mi fortaleza en los momentos difíciles y por enseñarme, con tu ejemplo, el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mis hermanas, Sandra Rosmery Ruiz Sulca y Elizabeth Margoth Ruiz Sulca, por su cariño, orientación y apoyo incondicional a lo largo de mi vida. Gracias por acompañarme siempre y contribuir a mi formación personal.

A mi hermano, Jhuneor Wilmer Ruiz Sulca, por su compañía, apoyo y ejemplo de trabajo y compromiso familiar. Gracias por enseñarme la importancia de la unión y la fortaleza de la familia.

Finalmente, me dedico este logro a mí mismo, por mantenerme firme ante las adversidades, por la constancia, el esfuerzo y la resiliencia demostrados durante este camino. Cada desafío superado ha fortalecido mi determinación para alcanzar esta meta.

Con profundo amor, gratitud y respeto, dedico este trabajo a mi familia y a quienes hicieron posible este sueño.

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi vida, por brindarme la bendición de contar con una familia maravillosa, por fortalecerme en cada decisión tomada y por guiarme a lo largo de este camino. Gracias por enseñarme el verdadero significado del amor, la fe y la perseverancia, tanto en los momentos de abundancia como en los de dificultad.

A la Universidad Nacional Autónoma de Huanta (UNAH), mi alma mater, por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente y dar un paso más hacia el logro de mis metas. Asimismo, expreso mi gratitud a los docentes que contribuyeron a mi formación académica y personal, compartiendo sus conocimientos, experiencias y valores, los cuales han sido fundamentales en mi desarrollo profesional.

A mi asesor Dr Enderson Henry Cruz mamani, por su orientación, paciencia y constante apoyo durante el desarrollo de esta investigación. Gracias por compartir sus conocimientos, brindarme valiosos consejos y confiar en mis capacidades para culminar satisfactoriamente este trabajo.

Finalmente, expreso mi más profundo agradecimiento a todas aquellas personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron a la realización de esta investigación y me brindaron su apoyo en distintos momentos de mi formación. Su confianza, comprensión y aliento fueron fundamentales para alcanzar este importante objetivo.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento.

RESUMEN

La palta (*Persea americana* Mill.) constituye uno de los cultivos frutícolas de mayor relevancia económica para la agroexportación peruana; sin embargo, la producción de plantones injertados de calidad depende de una adecuada compatibilidad patrón injerto, aspecto escasamente estudiado en las condiciones agroecológicas de la sierra de Ayacucho, donde la elección empírica del portainjerto limita el éxito del prendimiento y la rentabilidad de los viveros. Ante esta problemática, la investigación tuvo como objetivo general evaluar productiva y económicamente la propagación de patrones y su efecto en el prendimiento del injerto de palta variedades Hass y Fuerte. El estudio se ejecutó en condiciones de vivero en el distrito de Luricocha, provincia de Huanta, región Ayacucho. Se empleó un diseño completo aleatorios con arreglo factorial 4 × 2, evaluándose la combinación de cuatro patrones (Antillano, Zutano, Topa Topa y Mexicano) con dos variedades comerciales (Hass y Fuerte), conformando ocho tratamientos con diez repeticiones cada uno. Las variables analizadas comprendieron altura de planta, diámetro del tallo, longitud de raíz, número de hojas, porcentaje de prendimiento, supervivencia del injerto, nivel de vigor y los indicadores económicos de costos de producción y relación beneficio/costo. Los resultados evidenciaron que el factor patrón influyó significativamente sobre la altura de planta ($p < 0,001$), en tanto que la interacción patrón × variedad resultó determinante sobre el prendimiento ($p = 0,004$), la supervivencia ($p < 0,001$), la longitud de raíz ($p = 0,018$) y el número de hojas ($p = 0,001$). La combinación Zutano + Fuerte registró el mejor desempeño productivo, con el mayor prendimiento (91,68 %),

supervivencia (93,66 %) y altura (32,11 cm); mientras que Antillano + Hass resultó la más rentable, con una relación beneficio/costo de 1,80 y rentabilidad neta de 79,63 %. Se concluye que el éxito del injerto depende de la afinidad específica patrón variedad, no coincidiendo el óptimo productivo con el económico, por lo que la selección del portainjerto debe integrar criterios agronómicos, económicos y fitosanitarios.

Palabras clave: Persea americana, portainjerto, prendimiento del injerto, compatibilidad patrón–variedad, propagación vegetativa, rentabilidad económica.

ABSTRACT

Avocado (*Persea americana* Mill.) is one of the most economically important fruit crops for Peruvian agro-exports. However, the production of highquality grafted seedlings depends on adequate rootstock–scion compatibility, an aspect that has been scarcely studied under the agroecological conditions of the Ayacucho highlands, where the empirical selection of rootstocks limits grafting success and nursery profitability. In response to this issue, the main objective of this research was to evaluate the productive and economic performance of rootstock propagation and its effect on graft establishment in the Hass and Fuerte avocado varieties. The study was conducted under nursery conditions in the district of Luricocha, Huanta Province, Ayacucho Region. A 4 × 2 factorial arrangement was employed, evaluating the combination of four rootstocks (West Indian, Zutano, Topa Topa, and Mexican) with two commercial varieties (Hass and Fuerte), resulting in eight treatments with ten replications each. The variables analyzed included plant height, stem diameter, root length, number of leaves, graft take percentage, graft survival rate, vigor level, and economic indicators such as production costs and benefit–cost ratio. The results showed that the rootstock factor significantly influenced plant height ($p < 0.001$), while the rootstock × variety interaction had a significant effect on graft take ($p = 0.004$), survival rate ($p < 0.001$), root length ($p = 0.018$), and number of leaves ($p = 0.001$). The Zutano + Fuerte combination exhibited the best productive performance, achieving the highest graft take percentage (91.68%), survival rate (93.66%), and plant height (32.11 cm). In contrast, the West Indian + Hass combination proved to be the most profitable, with a benefit–cost ratio of 1.80 and a net profitability of 79.63%. It is concluded that grafting success depends on the specific rootstock–scion affinity, and that the productive optimum does not necessarily coincide with the economic optimum. Therefore, rootstock selection should integrate agronomic, economic, and phytosanitary criteria.

Keywords: Persea americana, rootstock, graft take, rootstock–scion compatibility, vegetative propagation, economic profitability.

ÍNDICE

RESUMEN viii
ABSTRACT ix
ÍNDICE x
ÍNDICE DE TABLAS xiii
ÍNDICE DE FIGURAS xv
ÍNDICE DE ANEXOS xvi
INTRODUCCIÓN 18
CAPÍTULO I 26
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 26
1.1. Planteamiento del problema 26
1.2. Descripción y formulación del problema 31
1.2.1. Problema general 31
1.2.2. Problemas específicos 31
1.3. Objetivos 32
1.3.1. Objetivo general 32
1.3.2. Objetivos específicos 32
1.4. Justificación e importancia 32
1.4.1. Justificación 32
1.4.2. Importancia 35
1.5. Hipótesis 36
1.5.1. Hipótesis general 36
1.5.2. Hipótesis especificas 36
1.6. Variables de la investigación 37
1.7. Operacionalización de variables 41
CAPÍTULO II 42
MARCO TEÓRICO 42
2.1. Antecedentes 42
2.2. Bases teóricas 50
2.3. Definición de terminos 74
CAPÍTULO III 80

METODOLOGÍA 80
3.1. Tipo y nivel de investigación 80
3.1.1 Tipo y enfoque de investigación 80
3.1.2 Nivel de investigación 81
3.2. Método de investigación 82
3.3. Diseño de investigación 82
3.3.1. Tratamientos evaluados 83
3.3.2. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias 83
3.4. Ámbito temporal y espacial 84
3.4.1. Ámbito temporal 84
3.4.2. Ámbito espacial 85
3.5. Población y muestra 85
3.5.1 Población 85
3.5.2 Muestra 86
3.6. Variables de estudio 86
3.6.1 Variable independiente: 86
3.6.2 Variables dependientes: 86
3.7. Tratamientos en estudio 86
3.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 87
3.8.1 Técnicas 87
3.8.2 Instrumentos 88
3.8.3 Procedimiento experimental 88
3.8.3.1 Obtención de semillas para patrones 88
3.8.3.2 Preparación del sustrato 88
3.8.3.3 Siembra y manejo de patrones 88
3.8.3.4 Selección de púas o varetas 89
3.8.3.5 Proceso de injertación 89
3.8.3.6 Manejo de vivero 89
3.8.3.7 Evaluación de variables 90
3.9. Procesamiento y análisis de datos 90
3.9.1 Elaboración de bases de datos 90
3.9.2 Estadística descriptiva 90
3.9.3 Análisis de varianza (ANVA) 91
3.9.4 Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) 91

3.9.5 Software estadístico 91
3.10. Análisis económico 91
3.10.1 Costos fijos y variables 92
3.10.2 Costo total de producción 92
3.10.3 Ingreso bruto 92
3.10.4 Utilidad neta 92
3.10.5 Relación beneficio/costo 93
3.10.6 Rentabilidad económica (%) 93
CAPITULO IV 93
RESULTADOS Y DISCUCIÓN 93
4.1. Resultados 93
4.1.1. Estadística descriptiva del comportamiento productivo de los patrones 93
4.1.2. Estadística descriptiva del desempeño productivo de los patrones utilizados en el injerto 102
4.1.3. Analizar de la rentabilidad económica de la propagación de plantas de palta injertadas 108
4.1.4. Análisis estadístico inferencial del comportamiento productivo de los patrones de palto 115
4.1.5. Análisis estadístico inferencial del desempeño productivo de las combinaciones patrón–injerto en palto 135
4.2. Discuciones 151
CAPÍTULO V 163
CONCLUSIONES 163
CAPÍTULO VI 166
RECOMENDACIONES 166
CAPÍTULO VII 168
REFERENCIAS 168
ANEXOS 174

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variables 40

Tabla 2 Características diferenciales de las tres razas ecológicas de Persea americana Mill. 51

Tabla 3 Comparación entre propagación sexual y asexual en frutales 57

Tabla 4 Ubicación geográfica y condiciones agroecológicas del lugar de ejecución 83

Tabla 5 Tratamientos en estudio según el arreglo factorial 4 × 2 86

Tabla 6 Técnicas, instrumentos y frecuencia de evaluación por variable 87

Tabla 7 Estadísticos descriptivos de la altura de planta según tratamiento 93

Tabla 8 Estadísticos descriptivos del diámetro del tallo (mm) de planta según tratamiento 96

Tabla 9 Estadísticos descriptivos de la longitud de raiz (cm) de planta según tratamiento 98

Tabla 10 Estadísticos descriptivos del número de hojas de planta según tratamiento 99

Tabla 11 Estadísticos descriptivos para el porcentaje de prendimiento de planta según tratamiento 101

Tabla 12 Estadísticos descriptivos para la supervivencia del injerto según tratamiento 103

Tabla 13 Estadísticos descriptivos para nivel de vigor del injerto según tratamiento 105

Tabla 14 Análisis comparativo de los costos de producción de plantones injertados de palto 107

Tabla 15 Indicadores de rentabilidad económica de la producción de plantones injertados de palto según tratamiento experimental. 110

Tabla 16 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la altura de planta según tratamientos de injerto de palto. 114

Tabla 17 Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para la altura de planta según tratamientos de injerto de palto 115

Tabla 18 Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta según tratamientos de injerto de palto..... 116

Tabla 19 Prueba de comparación múltiple de Tukey para la altura de planta según patrones de palto 117

Tabla 20 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el diámetro de planta según tratamientos de injerto de palto. 118

Tabla 21 Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para diámetro de tallo de planta según tratamientos de injerto de palto 120

Tabla 22 Análisis de varianza (ANOVA) para el diámetro de tallo de planta según tratamientos de injerto de palto 121

Tabla 23 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para longitud de raiz de planta según tratamientos de injerto de palto. 122

Tabla 24 Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para longitud de raiz de planta según tratamientos de injerto de palto 124

Tabla 25 Análisis de varianza (ANOVA) para longitud de planta según tratamientos de injerto de palto 125

Tabla 26 Prueba de comparación múltiple de Tukey para longitud radicular de planta según patrones de palto 126

Tabla 27 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el número de hojas de planta según tratamientos de injerto de palto. 128

Tabla 28 Verificación del supuesto de homogeneidad de varianzas (prueba de Levene) para el número de hojas de planta 129

Tabla 29 Análisis de varianza (ANOVA) para el número de hojas de planta. .. 131

Tabla 30 Prueba de comparación múltiple de Tukey para el número de hojas de planta. 132

Tabla 31 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el porcentaje de prendimiento (%) de injertos en patrones de palto 134

Tabla 32 Verificación del supuesto de homogeneidad de varianzas (prueba de Levene) para porcentaje del prendimiento del injerto en el patrón de palto 135

Tabla 33 Análisis de varianza (ANOVA) para porcentaje del prendimiento del injerto en el patrón de palto 136

Tabla 34 Prueba de comparación múltiple de Tukey para porcentaje del prendimiento del injerto en el patrón de palto 137

Tabla 35 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la supervivencia del injerto

en patrones de palto 138

Tabla 36 Verificación del supuesto de homogeneidad de varianzas (prueba de Levene) para la supervivencia del injerto en patrones de palto 140

Tabla 37 Análisis de varianza (ANOVA) para la supervivencia del injerto en patrones de palto 141

Tabla 38 Prueba de comparación múltiple de Tukey para la supervivencia del injerto en patrones de palto 142

Tabla 39 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el nivel de vigor del injerto en patrones de palto 144

Tabla 40 Estadísticos de la prueba de Kruskal-Wallis para la comparación del nivel de vigor del injerto entre tratamientos de palto. 145

Tabla 41 Prueba de Dunn con corrección de Bonferroni del prendimiento del nivel de vigor del injerto entre tratamientos de palto 146

Tabla 42 Pares con diferencia significativa ($p < 0.05$) del nivel de vigor del injerto entre tratamientos de palto 147

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación geográfica del área de estudio en el distrito de Luricocha, provincia de Huanta, región Ayacucho. 84

Figura 2 Diagrama de cajas de la altura de planta según los tratamientos de injerto evaluados. 94

Figura 3 Diagrama de cajas del diámetro de planta según los tratamientos de injerto evaluados. 97

Figura 4 Diagrama de cajas de la longitud de raiz de planta según los tratamientos de injerto evaluados. 98

Figura 5 Diagrama de cajas del número de hojas de planta según los tratamientos de injerto evaluados. 101

Figura 6 Diagrama de cajas para el porcentaje de prendimiento de planta según los tratamientos de injerto evaluados. 102

Figura 7 Diagrama de cajas para la supervivencia del injerto según tratamiento 104

Figura 8 Distribución de frecuencias de los niveles de vigor del injerto de palta en función de las combinaciones patrón-variedad evaluadas en Luricocha. 106

Figura 9 Costos directos, costos indirectos y costo total de producción de plantones injertados de palto según tratamiento experimental. 109

Figura 10 Indicadores económicos de la producción de plantones injertados de p 111

Figura 11 Relación Beneficio/Costos de la producción de plantones injertados de palto 111

Figura 12 Rentabilidad neta (%) de la producción de plantones injertados de palto 112

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A Matriz de consistencia 172

Anexo B Croquis de ubicación del área experimental 173

Anexo C Distribución experimental de los tratamientos bajo Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial 4 × 2 173

Anexo D Descripción de los tratamientos evaluados en la propagación de patrones y prendimiento de injertos de palta (Persea americana Mill.) ..... 174 **Anexo E** Datos de las variables e indicadores 174

Anexo F Costos de producción tratamiento 1..... 176

Anexo G Costos de producción tratamiento 2 177

Anexo H Costos de producción tratamiento 3 178

Anexo I Costos de producción tratamiento 4 179

Anexo J Costos de producción tratamiento 5 180

Anexo K Costos de producción tratamiento 6 181

Anexo L Costos de producción tratamiento 7 182

Anexo M Costos de producción tratamiento 8 183

Anexo F Analisis estadistico con spss 184

Anexo O Registro fotográfico de la preparación del vivero 202

Anexo P Registro fotográfico de la preparación de sustrato 202

Anexo Q Registro fotográfico del llenado de sustrato a las bolsas de polietileno 203

Anexo Q Registro fotográfico de la siembra de semillas 203
Anexo S Registro fotográfico del crecimiento de los patrones..... 204

Anexo T Registro fotográfico del proceso de injertación 204

Anexo U Registro fotográfico de la evaluación del prendimiento 205

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la palta o aguacate (*Persea americana* Mill.) ocupa, en la actualidad, una posición destacada dentro del comercio agrícola mundial, condición que se sustenta tanto en el sostenido incremento de su producción como en la expansión de la demanda internacional. En efecto, la producción mundial de aguacate alcanzó aproximadamente 10,5 millones de toneladas en 2024, mientras que la superficie cosechada global creció un 85 % durante la última década, lo que evidencia un proceso de expansión productiva sin precedentes para este frutal (Líder Empresarial, 2026). Este crecimiento no resulta fortuito, sino que responde a la creciente preferencia de los consumidores por alimentos de alto valor nutricional, asociada a la difusión de patrones de consumo saludable, a la versatilidad gastronómica del fruto y a su reconocido aporte de ácidos grasos monoinsaturados (Restrepo Osorio et al., 2026).

En este escenario, México mantiene una posición hegemónica al concentrar cerca del 28 % de la producción mundial, lo que lo consolida como el principal productor y exportador del fruto (Líder Empresarial, 2026). No obstante, conviene precisar que la expansión futura del sector dependerá más del incremento de la productividad que de la ampliación de la superficie cultivada, dado que las restricciones ambientales, regulatorias y de uso del suelo limitan progresivamente la incorporación de nuevas hectáreas (Líder Empresarial, 2026). Asimismo, las proyecciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos y de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura coinciden en señalar que la palta se convertirá en la fruta tropical de más rápido crecimiento, con América Latina y el Caribe liderando la producción mundial (SP Logistics, 2023). De este modo, el panorama internacional configura un mercado dinámico y altamente competitivo, en el que la calidad del material de propagación adquiere una relevancia estratégica.

En el contexto latinoamericano, el Perú ha logrado posicionarse como un actor protagónico del comercio mundial de palta. El país se consolidó como el segundo mayor exportador a nivel global, con envíos cercanos a 572 mil toneladas en 2024, teniendo a Europa como su principal mercado de destino (ProducePay, 2025). Durante la temporada más reciente, las exportaciones peruanas alcanzaron

692 mil toneladas y llegaron a setenta destinos internacionales, cifra que refleja la creciente integración del país en las cadenas globales de valor (Portal Frutícola, 2025a). De manera complementaria, conviene resaltar que el sector descansa de forma significativa en la pequeña agricultura, pues de los aproximadamente 30 mil productores nacionales, cerca del 97 % corresponde a pequeños productores, muchos de ellos ubicados en regiones andinas como Cajamarca, Ayacucho, Huancavelica, Cusco y Junín (Portal Frutícola, 2025a).

Por consiguiente, el cultivo de palta no solo representa una fuente importante de divisas para la economía nacional, sino también un medio de subsistencia para miles de familias rurales. Esta doble dimensión —económica y social— explica el interés creciente por mejorar los rendimientos, que actualmente promedian entre 4 y 5 toneladas por hectárea en la pequeña agricultura, con la meta de alcanzar entre 7 y 8 toneladas mediante asistencia técnica y riego tecnificado (Portal Frutícola, 2025a). En tal sentido, el lema según el cual no se trata de sembrar más, sino de producir mejor, sintetiza el desafío que enfrenta la palticultura peruana y subraya la necesidad de fortalecer los eslabones iniciales de la cadena productiva, particularmente la producción de plantones de calidad.

Dentro de los eslabones iniciales de dicha cadena, la propagación vegetativa constituye una práctica agronómica de importancia capital en la fruticultura moderna y, de manera particular, en el cultivo del palto. La producción comercial de aguacate descansa de modo fundamental en la tecnología del injerto, mediante la cual las yemas vegetativas de cultivares élite se unen a portainjertos con el fin de optimizar el desempeño agronómico del árbol (Restrepo-Osorio et al., 2026). Esta técnica reviste especial valor en especies leñosas perennes, ya que permite sortear los cuellos de botella asociados a su sistema reproductivo de polinización cruzada y a sus prolongadas fases juveniles (Cortés et al., 2022).

En efecto, el injerto en palto se reconoce como la técnica de propagación vegetativa más eficiente para multiplicar variedades comerciales, dado que permite reducir el período juvenil del árbol desde un rango de diez a quince años, propio de las plantas obtenidas por semilla, hasta tan solo dos a cuatro años, combinando así la calidad frutal de la variedad con el vigor y la resistencia del portainjerto (Portal Frutícola, 2026). De esta manera, la propagación vegetativa garantiza la

uniformidad genética del material élite y asegura la transmisión fiel de las características productivas deseadas, aspectos que resultan inalcanzables mediante la propagación sexual.

Ahora bien, la eficacia del injerto se halla estrechamente ligada a la naturaleza del patrón o portainjerto empleado, cuyo papel trasciende la simple función de anclaje radicular. Los portainjertos influyen de manera decisiva en el desarrollo vegetativo, la adaptación edáfica, el vigor y la compatibilidad con el injerto, de modo que la selección adecuada de la combinación patrón-variedad condiciona el desempeño futuro de la plantación (MedCrave, 2025). Sin embargo, en países como Chile y el Perú las plantas comerciales de palto se obtienen mayoritariamente a partir de portainjertos provenientes de semilla, lo que origina un elevado grado de heterogeneidad entre los individuos resultantes (Castro et al., 2016).

Esta variabilidad genética, derivada de la biología reproductiva de polinización obligadamente cruzada de P. americana, se manifiesta en un comportamiento de campo inconsistente, que incluye respuestas diferenciales frente al estrés edáfico, susceptibilidad variable a patógenos y distintos grados de compatibilidad con la variedad injertada, factores que en conjunto comprometen la productividad del huerto y los retornos económicos (Restrepo-Osorio et al., 2026). Por ello, el desarrollo de portainjertos clonales ha cobrado un interés creciente, en tanto permite controlar dicha heterogeneidad y seleccionar materiales tolerantes a condiciones limitantes como la sequía, la salinidad o la pudrición radicular causada por Phytophthora cinnamomi Rands (Barrientos Priego et al., 2004). No obstante, la obtención de portainjertos clonales continúa siendo costosa en relación con la producción a partir de semilla, debido a lo prolongado del proceso de propagación y al considerable porcentaje de pérdida de plantas que conlleva (Castro et al., 2016).

Entre las etapas críticas del proceso de propagación destaca el prendimiento del injerto, entendido como la formación y consolidación de la unión entre la variedad y el patrón, fase de la cual depende en gran medida la obtención de plantones de calidad. El éxito de esta unión requiere de tres eventos sucesivos: el contacto estrecho entre las zonas cambiales del injerto y del portainjerto, la formación de un puente de callo y, finalmente, el restablecimiento de la continuidad

vascular entre ambos componentes (Castro et al., 2016). En condiciones óptimas, el injerto de púa en palto logra tasas de prendimiento del orden del 80 al 90 %, si bien estos valores pueden reducirse de manera notable ante la presencia de factores adversos (Portal Frutícola, 2026).

Entre los factores que afectan el éxito del prendimiento se cuentan la deshidratación de la unión, la deficiente alineación del cámbium, las infecciones favorecidas por condiciones frías y lluviosas, así como el momento fisiológico del injerto y las condiciones térmicas y de humedad del ambiente (Portal Frutícola, 2026). A ello se suma la calidad sanitaria y genética del material de vivero, pues numerosas operaciones de propagación no logran mantener estándares fitosanitarios adecuados ni protocolos de control de calidad, lo que deriva en la distribución de material de plantación con estado sanitario subóptimo y características genéticas inciertas que comprometen el establecimiento del injerto (Restrepo Osorio et al., 2026). Resulta evidente, por tanto, que el prendimiento constituye un indicador sensible de la eficiencia del proceso de propagación y un determinante directo de la rentabilidad del vivero.

La literatura científica registra diversos antecedentes que abordan la relación entre patrones e injertos en palto, aunque con énfasis y resultados heterogéneos. En México, Barrientos Priego et al. (2004) evaluaron el prendimiento y crecimiento de treinta y nueve selecciones de aguacate con potencial de uso como portainjertos, tolerantes a sequía, salinidad y a la tristeza del aguacate, y demostraron la viabilidad de identificar materiales sobresalientes mediante la técnica de enchapado lateral. En Chile, Castro et al. (2016) analizaron la etapa de enraizamiento de portainjertos clonales y su influencia en la formación de la unión del injerto, y concluyeron que el momento del injerto respecto del enraizamiento condiciona significativamente la supervivencia de las plantas. Por su parte, Moraes et al. (2022) compararon el desempeño hortícola de la variedad Hass injertada sobre portainjertos de semilla y clonales bajo condiciones de clima tropical, aportando evidencia sobre el efecto del tipo de patrón en el comportamiento de campo.

En el ámbito nacional, diversos estudios desarrollados en condiciones de vivero han evaluado tipos de injerto y clases de yema en las variedades Hass y Fuerte sobre patrones de la raza mexicana, reportando porcentajes de prendimiento

que alcanzaron el 100 % en determinadas combinaciones de variedad, tipo de yema y tipo de injerto (Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2017). De la revisión de estos antecedentes se desprenden coincidencias en torno al reconocimiento del injerto de púa como método eficiente y a la incidencia del tipo de patrón sobre el prendimiento; sin embargo, también se advierten diferencias metodológicas y ambientales que dificultan la extrapolación de resultados. Más aún, persiste un vacío de conocimiento relativo a la evaluación conjunta del comportamiento productivo y económico de la propagación de patrones bajo las condiciones agroecológicas específicas de la sierra peruana, y de manera particular en el distrito de Luricocha, donde la información técnica disponible resulta escasa y, en buena medida, desactualizada.

En lo concerniente a la región Ayacucho, el cultivo de palta posee una larga tradición y un peso económico considerable. El distrito de Luricocha, en la provincia de Huanta, por poseer tierras aptas para el cultivo, ha sido históricamente el área de mayor producción de la región y goza de reconocimiento nacional por su palta, de la cual cerca del 82 % corresponde a la variedad Fuerte, el 13 % a la variedad Hass y el resto a otras variedades (Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2012). La importancia de esta zona se refleja, además, en su orientación exportadora, pues el valle Huanta-Luricocha figura entre las principales zonas de producción regional, junto con el valle del Torobamba (Servicio Nacional de Sanidad Agraria, 2019).

No obstante, la situación reciente del cultivo en esta localidad resulta preocupante. En el distrito de Luricocha, la producción de palta ha disminuido de manera considerable en comparación con años anteriores, con una reducción estimada en torno al 50 %, atribuida principalmente a la escasez hídrica que afecta la región (Jornada, 2024). A esta limitación se añade la presión histórica de enfermedades fitosanitarias, en especial la causada por Phytophthora cinnamomi, que desde la década de 1990 ha afectado de modo recurrente las plantaciones de la provincia de Huanta y que, hasta la fecha, no ha podido ser completamente erradicada (Solid Perú, 2005). Este conjunto de factores configura un escenario adverso que demanda respuestas técnicas orientadas a fortalecer la base productiva del cultivo.

A partir del panorama descrito, es posible delimitar el problema específico que motiva la presente investigación. En el distrito de Luricocha, la producción de plantones injertados de palta de las variedades Hass y Fuerte se realiza, en gran medida, mediante prácticas tradicionales que emplean patrones provenientes de semilla de procedencia heterogénea y de calidad genética y sanitaria no controlada. Esta situación incide negativamente en el prendimiento del injerto y, por extensión, en la disponibilidad de plantones vigorosos y uniformes para la renovación e instalación de nuevas plantaciones. Como consecuencia, los productores enfrentan pérdidas en vivero, mayores costos de producción y una oferta limitada de material de calidad, lo que compromete la competitividad del cultivo en un contexto de creciente exigencia de los mercados nacionales e internacionales.

En este marco, surge la necesidad de responder a la interrogante acerca de cómo la propagación de patrones incide en el prendimiento del injerto de las variedades Hass y Fuerte, y en qué medida las distintas alternativas de propagación resultan productiva y económicamente viables bajo las condiciones agroecológicas de Luricocha. La ausencia de información local que permita orientar la toma de decisiones técnicas constituye, en sí misma, una limitación que justifica la realización de un estudio sistemático y contextualizado.

La presente investigación se justifica desde múltiples perspectivas. Desde el punto de vista científico, contribuye a ampliar el conocimiento sobre el comportamiento de los patrones de palto y su efecto en el prendimiento del injerto en condiciones de sierra, aportando evidencia empírica que complementa y contextualiza los hallazgos disponibles en la literatura internacional y nacional. En el plano técnico, los resultados permitirán identificar alternativas de propagación más eficientes, orientadas a incrementar las tasas de prendimiento y a mejorar la calidad de los plantones producidos en vivero, lo que repercutirá favorablemente en el manejo agronómico del cultivo.

Desde la dimensión económica, la evaluación conjunta de los aspectos productivos y de costos proporcionará criterios objetivos para que viveristas y productores adopten decisiones rentables, reduciendo las pérdidas y optimizando la inversión en material de propagación. Finalmente, en el plano social, la generación de plantones injertados de calidad fortalece la base productiva de un cultivo del cual

dependen numerosas familias de pequeños productores de Luricocha, contribuyendo así a la sostenibilidad de sus medios de vida y al desarrollo de la economía rural local. De este modo, la investigación articula relevancia académica y pertinencia práctica.

En atención a lo expuesto, el propósito del presente estudio consiste en evaluar productiva y económicamente la propagación de patrones y su efecto en el prendimiento del injerto de palta de las variedades Hass y Fuerte en el distrito de Luricocha, con la finalidad de generar información local, confiable y actualizada que contribuya a mejorar la producción de plantones injertados de calidad. Se espera, en última instancia, que los resultados obtenidos sirvan de fundamento técnico para fortalecer la palticultura regional, promover la adopción de prácticas de propagación más eficientes y, de esta manera, consolidar la posición de Luricocha como zona productora de palta de reconocido prestigio nacional.

La presente investigación se estructura en seis capítulos, los cuales organizan de manera sistemática el desarrollo del estudio:

Capítulo I: Planteamiento del Problema

En este capítulo se describe la problemática que da origen a la investigación, precisando su contexto y alcance. Asimismo, se formulan el objetivo general y específicos que guían el desarrollo del estudio. Del mismo modo, se expone la justificación e importancia de la investigación, se plantean las hipótesis correspondientes y se identifican las variables consideradas en el proceso investigativo.

Capítulo II: Marco Teórico

Este capítulo reúne los fundamentos teóricos y conceptuales que sustentan la investigación. Incluye la revisión de antecedentes relevantes desarrollados en los ámbitos internacional, nacional y local, así como las bases teóricas relacionadas con el tema de estudio. Además, se presentan las definiciones de los principales conceptos y términos empleados a lo largo de la investigación.

Capítulo III: Metodología de la Investigación

En este apartado se detalla el procedimiento metodológico utilizado para el desarrollo del estudio. Se especifican el enfoque, tipo, nivel, método y diseño de investigación adoptados. Asimismo, se describen el ámbito de estudio, la población y muestra, así como las técnicas e instrumentos aplicados para la recopilación de datos. Finalmente, se explican los procedimientos empleados para el procesamiento, análisis e interpretación de la información obtenida.

Capítulo IV: Resultados y Discusión

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos durante la ejecución de la investigación, organizados de manera sistemática y acorde con los objetivos planteados. Asimismo, se realiza el análisis e interpretación de dichos resultados, contrastándolos con las hipótesis formuladas, los antecedentes revisados y los fundamentos teóricos que respaldan el estudio.

Capítulo V: Conclusiones

Este capítulo recoge las principales conclusiones derivadas del análisis de los resultados, las cuales constituyen respuestas concretas a los objetivos e hipótesis planteados en la investigación. Estas conclusiones sintetizan los hallazgos más relevantes y el aporte generado por el estudio.

Capítulo VI: Recomendaciones

Finalmente, se presentan las recomendaciones elaboradas a partir de los resultados y conclusiones obtenidas. Estas sugerencias están orientadas tanto a la aplicación práctica de los hallazgos como al fortalecimiento y desarrollo de futuras investigaciones relacionadas con la temática estudiada.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La palta (*Persea americana* Mill.) es uno de los cultivos frutícolas de mayor importancia económica a nivel mundial debido a su creciente aceptación en los mercados internacionales y a sus reconocidas propiedades nutricionales. Durante las últimas décadas, el consumo global de palta ha experimentado un crecimiento sostenido impulsado por cambios en los hábitos alimenticios, el incremento de la demanda de alimentos saludables y la expansión de los mercados de exportación. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2025), la producción mundial de palta supera los 11 millones de toneladas anuales, siendo América Latina la principal región productora. Asimismo, la comercialización internacional de este fruto ha registrado un crecimiento significativo, consolidándose como uno de los productos agrícolas con mayor dinamismo dentro del comercio mundial de frutas frescas.

En este contexto, la producción de palta representa una actividad estratégica para numerosos países productores, especialmente aquellos ubicados en regiones tropicales y subtropicales. México lidera la producción mundial, seguido por países como Colombia, Perú, República Dominicana e Indonesia. La creciente demanda de mercados como Estados Unidos, la Unión Europea y Asia ha generado una expansión sostenida de las áreas cultivadas, así como mayores exigencias respecto a la calidad, uniformidad y productividad de las plantaciones comerciales. Como consecuencia, la competitividad del sector depende cada vez más de la incorporación de tecnologías orientadas a optimizar la producción desde las etapas iniciales de propagación y establecimiento del cultivo.

En América Latina, la cadena productiva de la palta se ha convertido en una importante fuente de ingresos, empleo y desarrollo rural. Particularmente, Perú ha logrado posicionarse como uno de los principales exportadores mundiales de palta Hass, gracias a las ventajas comparativas que ofrecen sus diversos pisos ecológicos y a la adopción progresiva de tecnologías agrícolas modernas. Durante los últimos años, las exportaciones peruanas han mostrado una tendencia creciente, alcanzando

volúmenes récord y contribuyendo significativamente al crecimiento de las agroexportaciones nacionales. De acuerdo con el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI, 2025), las exportaciones agropecuarias superaron los 12 700 millones de dólares en 2024, siendo la palta uno de los productos de mayor participación dentro de esta actividad económica.

Este crecimiento productivo y comercial ha incrementado la necesidad de contar con sistemas eficientes de producción de plantones que garanticen la instalación de huertos comerciales altamente productivos. En frutales perennes, la calidad del material vegetal constituye uno de los factores fundamentales para asegurar el éxito de las plantaciones, ya que influye directamente sobre el crecimiento inicial, la adaptación al medio, la precocidad productiva y el rendimiento futuro del cultivo. En este sentido, la propagación vegetativa mediante injerto representa la técnica más utilizada para la multiplicación de plantas de palta destinadas a fines comerciales.

La propagación por injerto permite combinar las características deseables de una variedad comercial con las ventajas proporcionadas por un patrón o portainjerto específico. Esta técnica favorece la uniformidad genética de las plantaciones, mejora la adaptación de las plantas a condiciones ambientales adversas y contribuye a la obtención de huertos más homogéneos y productivos. Sin embargo, el éxito de este sistema depende de múltiples factores relacionados con la calidad de los patrones, las características fisiológicas del material vegetal, la compatibilidad entre patrón e injerto y las condiciones ambientales durante el proceso de propagación.

Los patrones o portainjertos desempeñan un papel determinante en el desarrollo y comportamiento agronómico de los árboles de palta. Diversas investigaciones han demostrado que los portainjertos pueden influir significativamente en el vigor vegetativo, el desarrollo radicular, la absorción de agua y nutrientes, la tolerancia a enfermedades, la resistencia a condiciones de estrés hídrico y la adaptación a diferentes tipos de suelo. Asimismo, la interacción fisiológica entre patrón e injerto condiciona la compatibilidad de la unión, aspecto fundamental para garantizar el adecuado crecimiento y desarrollo de las plantas injertadas.

No obstante, uno de los principales problemas observados en la producción de plantones de palta está relacionado con los bajos porcentajes de prendimiento del injerto. Esta situación constituye una limitante importante para los viveristas debido a que incrementa los costos de producción, reduce la eficiencia del proceso de propagación y disminuye la disponibilidad de plantones aptos para la instalación de nuevas áreas de cultivo. La incompatibilidad entre determinados patrones y variedades comerciales puede ocasionar fallas en la unión vascular, crecimiento deficiente, retrasos en el desarrollo de las plantas e incluso la muerte prematura de los individuos injertados.

A nivel internacional, diversos estudios han reportado que la respuesta del injerto varía considerablemente en función del tipo de patrón empleado, las características genéticas de la variedad injertada y las condiciones ambientales donde se desarrolla el proceso de propagación. En consecuencia, los porcentajes de prendimiento obtenidos en determinadas regiones no necesariamente pueden extrapolarse a otras zonas agroecológicas con características diferentes. Esta situación evidencia la necesidad de desarrollar investigaciones locales que permitan identificar las combinaciones patrón-injerto más adecuadas para cada contexto productivo.

En el Perú, la expansión del cultivo de palta ha generado una creciente demanda de plantones injertados de alta calidad. Sin embargo, gran parte de los viveros continúan utilizando materiales propagativos seleccionados de manera empírica, sin una evaluación técnica rigurosa de su comportamiento productivo ni de su compatibilidad con las principales variedades comerciales. Esta problemática resulta particularmente relevante en regiones andinas donde las condiciones climáticas, edáficas y fisiográficas difieren considerablemente de las zonas costeras, principales centros de investigación y producción tecnificada del país.

La región Ayacucho constituye una de las zonas con mayor potencial para el desarrollo del cultivo de palta debido a sus condiciones agroecológicas favorables y a la creciente participación de pequeños y medianos productores en esta actividad. En los últimos años, la superficie cultivada ha experimentado una expansión progresiva, impulsada por el incremento de la demanda nacional e internacional y

por la búsqueda de alternativas productivas que contribuyan a mejorar los ingresos de las familias rurales.

Dentro de esta región, la provincia de Huanta destaca por presentar condiciones adecuadas para el cultivo de variedades comerciales como Hass y Fuerte. Particularmente, el distrito de Luricocha posee una importante tradición en la producción de palta, constituyendo una de las principales actividades agrícolas de la zona. La producción de este cultivo representa una fuente significativa de empleo e ingresos para numerosos agricultores, quienes encuentran en la comercialización de la fruta una oportunidad para mejorar sus condiciones económicas.

Sin embargo, a pesar de la importancia económica que tiene el cultivo de palta en Luricocha, existen limitaciones relacionadas con la disponibilidad de plantones injertados de calidad. Muchos productores y viveristas enfrentan dificultades durante el proceso de propagación debido a la falta de información técnica sobre el comportamiento de los diferentes patrones utilizados localmente. En numerosos casos, la selección de portainjertos se realiza basándose en experiencias empíricas o en criterios tradicionales, sin considerar evaluaciones objetivas relacionadas con el vigor de las plantas, el desarrollo vegetativo, la compatibilidad con las variedades comerciales y el porcentaje de prendimiento del injerto.

Esta situación genera resultados variables en los viveros, donde frecuentemente se observan diferencias significativas en el crecimiento de los patrones, la calidad de los plantones obtenidos y el éxito del proceso de injertación. Como consecuencia, se producen pérdidas económicas asociadas al descarte de plantas no aptas para la comercialización, al incremento de los costos de producción y al mayor tiempo requerido para obtener plantones con características adecuadas para el trasplante definitivo al campo.

En el caso específico de las variedades Hass y Fuerte, ampliamente cultivadas en el distrito de Luricocha, la información disponible acerca de la influencia de diferentes patrones sobre el prendimiento del injerto es limitada. Aunque algunos productores reconocen que determinados portainjertos presentan mejores resultados que otros, no existen estudios locales que permitan cuantificar

objetivamente estas diferencias ni determinar cuáles ofrecen mayores ventajas desde el punto de vista productivo y económico.

La ausencia de información científica local dificulta la toma de decisiones por parte de los viveristas y agricultores, quienes continúan enfrentando incertidumbre respecto a la selección del material propagativo más adecuado. Esta carencia de conocimiento limita las posibilidades de optimizar los procesos de producción de plantones y reduce la competitividad de la cadena productiva de la palta en la zona. Asimismo, restringe el aprovechamiento eficiente de los recursos económicos destinados a la implementación y manejo de viveros.

Desde una perspectiva técnica, la falta de evaluación de los patrones limita la identificación de aquellos materiales que presentan mejores características de crecimiento, vigor y compatibilidad con las variedades Hass y Fuerte. Desde el punto de vista productivo, esta situación puede traducirse en menores porcentajes de prendimiento, retrasos en la producción de plantones y reducción de la calidad del material vegetal disponible para los agricultores. Por otro lado, desde el enfoque económico, los bajos niveles de eficiencia en la propagación incrementan los costos unitarios de producción y disminuyen la rentabilidad de los viveros.

En consecuencia, existe un vacío de conocimiento relacionado con el comportamiento productivo y económico de los diferentes patrones utilizados para la propagación de palta bajo las condiciones agroecológicas de Luricocha. Asimismo, se desconoce con precisión el efecto que dichos patrones ejercen sobre el porcentaje de prendimiento del injerto de las variedades Hass y Fuerte, información que resulta fundamental para optimizar los sistemas locales de producción de plantones.

Frente a esta problemática, surge la necesidad de desarrollar investigaciones que permitan evaluar de manera objetiva el desempeño de los diferentes patrones utilizados en vivero y determinar su influencia sobre el éxito del injerto. La generación de evidencia científica local contribuirá a mejorar la toma de decisiones técnicas, incrementar la eficiencia productiva y fortalecer la sostenibilidad económica de los sistemas de producción de palta en la provincia de Huanta.

En este contexto, resulta pertinente analizar el comportamiento productivo y económico de la propagación de patrones y determinar su efecto en el prendimiento del injerto de las variedades Hass y Fuerte en las condiciones agroecológicas del distrito de Luricocha, con la finalidad de identificar alternativas tecnológicas que permitan mejorar la producción de plantones injertados y contribuir al desarrollo competitivo de la actividad paltera en la región Ayacucho.

1.2. Descripción y formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el comportamiento productivo y económico de la propagación de patrones y cuál es su efecto en el prendimiento del injerto de palta (*Persea americana* Mill.) de las variedades Hass y Fuerte en el distrito de Luricocha?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el comportamiento productivo de los patrones propagados destinados al injerto de palta (*Persea americana* Mill.) de las variedades Hass y Fuerte en condiciones de vivero?

- ¿Qué diferencias existen en el desempeño productivo de los patrones utilizados en el injerto al emplear varetas (barillas) de las variedades Hass y Fuerte de palta (*Persea americana* Mill?) en condiciones de vivero del distrito de Luricocha?

- ¿Cuál es la rentabilidad económica de la propagación de los patrones utilizados para el injerto de palta, considerando el porcentaje de prendimiento, los costos de producción y el costo unitario por plantón injertado en el distrito de Luricocha?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar productiva y económicamente la propagación de patrones y su efecto en el prendimiento del injerto de palta (*Persea americana* Mill.) variedades Hass y Fuerte, en el distrito de Luricocha.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento productivo de los patrones propagados, destinados al injerto de palta (*Persea americana* Mill.), variedades Hass y Fuerte, en condiciones de vivero.

- Comparar el desempeño productivo de los patrones utilizados en el injerto, empleando varetas (barillas) de palta Hass y Fuerte, en condiciones de vivero del distrito de Luricocha.

- Analizar la rentabilidad económica de la propagación de los patrones, considerando el porcentaje de prendimiento del injerto, los costos de producción y el costo unitario por plantón injertado.

1.4. Justificación e importancia

1.4.1. Justificación

1.4.1.1. Justificación teórica

La producción de palta (*Persea americana* Mill.) constituye una de las actividades frutícolas de mayor crecimiento a nivel mundial debido al incremento sostenido de la demanda y al valor económico que representa para los países productores. En este contexto, la propagación vegetativa mediante injerto se ha consolidado como la principal técnica utilizada para la obtención de plantones comerciales, ya que permite mantener la identidad genética de las variedades y mejorar la uniformidad de las plantaciones. Sin embargo, el éxito de este proceso depende en gran medida de la interacción fisiológica entre el patrón y el injerto, relación que influye directamente en

el vigor, la adaptación, la compatibilidad y el desarrollo posterior de las plantas (Li et al., 2023).

Diversas investigaciones han demostrado que los portainjertos ejercen efectos significativos sobre el crecimiento vegetativo, la absorción de nutrientes, la tolerancia a condiciones adversas y el comportamiento productivo de los cultivos frutales. En el caso específico del palto, la selección adecuada del patrón puede determinar el éxito del prendimiento del injerto y el desempeño agronómico de las variedades comerciales (Hernández et al., 2023).

En este sentido, la presente investigación se justifica teóricamente porque contribuirá a ampliar el conocimiento existente sobre la propagación de patrones y su influencia en el prendimiento del injerto de las variedades Hass y Fuerte bajo condiciones agroecológicas propias del distrito de Luricocha. Asimismo, permitirá fortalecer los fundamentos científicos relacionados con la compatibilidad patrón-injerto y el comportamiento de los portainjertos en vivero, generando información que podrá ser utilizada como referencia para futuras investigaciones en palto y otros frutales de importancia económica.

1.4.1.2. Justificación práctica

Desde el punto de vista práctico, la investigación responde a una problemática real que enfrentan los productores y viveristas dedicados a la producción de plantones de palta en el distrito de Luricocha. En la actualidad, la selección de patrones suele realizarse de manera empírica, sin contar con información técnica suficiente que permita identificar aquellos materiales que ofrecen mejores resultados en términos de crecimiento, vigor y porcentaje de prendimiento del injerto.

La evaluación del comportamiento productivo de los patrones permitirá determinar cuáles presentan mejores características para la producción de plantones injertados de las variedades Hass y Fuerte. Asimismo, los resultados facilitarán la adopción de prácticas de propagación

más eficientes, contribuyendo a incrementar la calidad del material vegetal disponible para el establecimiento de nuevas plantaciones.

De igual manera, la información generada servirá como herramienta de apoyo para viveristas, productores, instituciones de investigación y organismos de extensión agraria, permitiendo mejorar los procesos de producción de plantones y optimizar el manejo técnico de los viveros de palta en la región.

1.4.1.3. Justificación metodológica

La investigación se justifica metodológicamente porque permitirá aplicar procedimientos científicos para evaluar el comportamiento productivo y económico de diferentes patrones utilizados en la propagación de palta. Mediante el uso de un diseño experimental adecuado, la medición de variables productivas y económicas, y el análisis estadístico correspondiente, será posible obtener resultados objetivos y confiables sobre el efecto de los patrones en el prendimiento del injerto.

Asimismo, el estudio proporcionará una metodología que podrá ser replicada en investigaciones futuras relacionadas con la evaluación de portainjertos, compatibilidad patrón-injerto y producción de plantones frutícolas. De esta manera, contribuirá al fortalecimiento de los procedimientos metodológicos empleados en investigaciones agrarias vinculadas a la propagación vegetal y producción de material genético de calidad.

1.4.1.4. Justificación económica

La palta constituye uno de los principales productos agroexportables del Perú y uno de los cultivos con mayor rentabilidad dentro del sector frutícola. En consecuencia, la eficiencia en la producción de plantones representa un factor determinante para la sostenibilidad económica de la cadena productiva. La producción mundial de palta superó los 11 millones de toneladas en 2024, reflejando el crecimiento sostenido de este mercado y la necesidad de mejorar continuamente los sistemas de producción vegetal.

En los viveros, los bajos porcentajes de prendimiento del injerto generan pérdidas económicas debido al incremento de los costos de producción, mayor consumo de insumos, utilización ineficiente de mano de obra y retrasos en la comercialización de los plantones. Por ello, identificar los patrones que presenten mejores porcentajes de prendimiento permitirá reducir costos unitarios, incrementar la eficiencia productiva y mejorar la rentabilidad de los viveros.

1.4.1.5. Justificación científica

La presente investigación posee relevancia científica debido a la limitada información existente sobre el comportamiento productivo y económico de los patrones utilizados para la propagación de palta en las condiciones agroecológicas de la región Ayacucho. Aunque existen estudios realizados en otras regiones productoras del mundo, numerosos autores señalan que la respuesta de los patrones y la compatibilidad con el injerto pueden variar significativamente según las condiciones ambientales y los materiales genéticos utilizados (Cano et al., 2023; Bernal et al., 2023).

Asimismo, investigaciones recientes destacan que los portainjertos influyen directamente en los procesos fisiológicos, moleculares y productivos de las plantas injertadas, afectando el crecimiento, la adaptación y el rendimiento futuro de los cultivos (Li et al., 2023). Por consiguiente, la generación de evidencia científica local permitirá comprender mejor la interacción entre los patrones propagados y las variedades Hass y Fuerte, contribuyendo al desarrollo de tecnologías de propagación adaptadas a las condiciones de Luricocha. Los resultados podrán servir como base para futuras investigaciones relacionadas con la mejora genética, la producción de plantones y la optimización de sistemas de propagación en palto, fortaleciendo el conocimiento científico en el ámbito de la fruticultura andina.

1.4.2. Importancia

La importancia de la presente investigación radica en que permitirá generar conocimientos científicos y tecnológicos sobre la propagación de

patrones y su influencia en el prendimiento del injerto de palta (Persea americana Mill.) de las variedades Hass y Fuerte en las condiciones agroecológicas del distrito de Luricocha. La selección adecuada de portainjertos constituye un factor determinante para el éxito de la producción de plantones, debido a su influencia sobre el vigor, la compatibilidad del injerto, la adaptación al medio y el rendimiento futuro de las plantas (Whiley et al., 2021). Asimismo, diversos estudios señalan que los patrones pueden afectar significativamente el porcentaje de prendimiento del injerto y la calidad del material vegetal producido, repercutiendo directamente en la eficiencia técnica y económica de los viveros (Li et al., 2023; Salazar-García et al., 2022). En este contexto, los resultados de la investigación contribuirán a optimizar los procesos de propagación, reducir pérdidas económicas asociadas al fracaso de los injertos y mejorar la rentabilidad de los productores de plantones. Además, la información generada servirá como base científica para la toma de decisiones de agricultores, viveristas e instituciones vinculadas al desarrollo de la cadena productiva de la palta, fortaleciendo la competitividad y sostenibilidad de este importante cultivo en la región Ayacucho.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La propagación de diferentes patrones influye significativamente en el comportamiento productivo, el porcentaje de prendimiento del injerto y la rentabilidad económica de la producción de plantones de palta (*Persea americana* Mill.) de las variedades Hass y Fuerte en el distrito de Luricocha.

1.5.2. Hipótesis especificas

Existen diferencias significativas en el comportamiento productivo de los patrones propagados destinados al injerto de palta (*Persea americana* Mill.) de las variedades Hass y Fuerte en condiciones de vivero.

Los patrones utilizados presentan diferencias significativas en el desempeño productivo y en el porcentaje de prendimiento del injerto cuando se emplean varetas (barillas) de las variedades Hass y Fuerte en condiciones de vivero del distrito de Luricocha.

La rentabilidad económica de la propagación de los patrones difiere significativamente en función del porcentaje de prendimiento del

injerto, los costos de producción y el costo unitario por plantón injertado.

1.6. Variables de la investigación

1.6.1. Variable independiente (VI):

Factor A: Tipo de patrón de plantas de palta

Definición conceptual

El patrón o portainjerto constituye la parte radicular y basal de la planta sobre la cual se inserta una variedad comercial mediante la técnica del injerto. Su función es proporcionar soporte, adaptación a las condiciones del suelo, eficiencia en la absorción de agua y nutrientes, así como tolerancia a factores bióticos y abióticos. Asimismo, diversos estudios han demostrado que la elección del patrón afecta significativamente el desarrollo vegetativo y la eficiencia productiva de los árboles de palta (Ben Ya'acov et al., 1993).

Definición operacional

El tipo de patrón de palta se operacionalizará mediante la utilización de diferentes tipos de portainjertos empleados como base para la propagación de las plantas, los cuales serán identificados y diferenciados según su procedencia o tipo. Cada tipo de patrón constituirá un nivel del factor experimental y será sometido al mismo procedimiento de injertación y manejo agronómico, con la finalidad de evaluar su efecto sobre el desarrollo vegetativo y productivo de las plantas de palta.

Factor B: Injerto utilizado en la propagación de la palta

Definición conceptual

El injerto corresponde a la porción aérea de una variedad seleccionada que se une al patrón para conservar sus características genéticas y productivas. La interacción patrón–injerto influye directamente en el crecimiento, vigor, compatibilidad, productividad y calidad de las plantas de palta (Hernández et al., 2023).

Definición operacional

El injerto utilizado en la propagación de plantas de palta se operacionalizará mediante la aplicación de diferentes tipos o variedades de material vegetal empleado como injerto, procedente de plantas seleccionadas por sus características agronómicas. Cada tipo de injerto constituirá un nivel del factor experimental y será unido al patrón mediante una técnica de injertación previamente establecida, manteniendo condiciones uniformes de manejo durante el proceso de propagación. Posteriormente, se evaluará la respuesta de las plantas en función de indicadores de prendimiento y desarrollo vegetativo.

1.6.2. Variable dependiente (VD)

Comportamiento productivo de los patrones

Definición conceptual

El comportamiento productivo de los patrones se refiere a la capacidad de los portainjertos para expresar características morfológicas y fisiológicas favorables durante la etapa de vivero, tales como germinación, crecimiento, vigor y supervivencia. Estas características determinan la calidad del patrón y su aptitud para recibir el injerto, influyendo posteriormente en el éxito de la propagación y establecimiento de las plantas (Schaffer et al., 2024). Además, el patrón constituye uno de los factores más importantes en la regulación del vigor y crecimiento de los árboles de palta.

Definición operacional

Esta variable será determinada mediante la evaluación periódica de los patrones en vivero, considerando los siguientes indicadores:

Altura de planta (cm).

Diámetro del tallo (mm).

Longitud de raíz (cm)

Número de hojas por planta

1.6.3. Variable dependiente (VD)

Desempeño productivo de las plantas injertadas

Definición conceptual

El desempeño productivo de las plantas injertadas comprende la respuesta agronómica obtenida después de la unión entre patrón e injerto, expresada mediante el porcentaje de prendimiento, compatibilidad, crecimiento vegetativo y supervivencia de las plantas. La compatibilidad entre ambas partes es fundamental para garantizar una adecuada formación de tejidos vasculares y un desarrollo óptimo de la planta. Las incompatibilidades patrón–injerto pueden reducir el crecimiento y la eficiencia productiva de los plantones (Cano Gallego et al., 2023).

Definición operacional

La variable será medida mediante los siguientes indicadores:

Porcentaje de prendimiento del injerto (%).

Supervivencia del injerto (%) Vigor del plantón

1.6.4. Variable dependiente (VD)

Rentabilidad económica de las plantas injertadas

Definición conceptual

La rentabilidad económica es un indicador que refleja la capacidad de una actividad productiva para generar beneficios en relación con los costos y recursos invertidos. En la producción de plantas injertadas de palta,

la rentabilidad está estrechamente vinculada a la eficiencia técnica del proceso de propagación, la calidad de los patrones utilizados, el porcentaje de prendimiento alcanzado y los costos asociados a la producción del material vegetal. Asimismo, la obtención de plantones de alta calidad y con elevados índices de supervivencia contribuye a incrementar los ingresos y mejorar la eficiencia económica del vivero (Nicholson Y Snyder, 2021).

Por otro lado, el crecimiento sostenido de la demanda y del mercado internacional de la palta ha generado un mayor interés en la optimización de los procesos de producción de plantones injertados, debido a que estos constituyen un factor determinante para la competitividad y sostenibilidad económica de los viveros especializados. En este contexto, la evaluación de la rentabilidad permite identificar las alternativas de propagación más eficientes desde el punto de vista técnico y económico, favoreciendo la toma de decisiones orientadas a maximizar los beneficios de la actividad productiva.

Definición operacional

La rentabilidad económica será determinada mediante el análisis económico de cada tratamiento evaluado, considerando:

Costo total de producción (S/)

Costo unitario por planta injertada

Ingreso bruto (S/)

Utilidad neta (S/).

Relación beneficio/costo (B/C)

Rentabilidad económica (%)

1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1 *Matriz de operacionalización de variables*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores / Dimensiones	Escala de medición	Instrumento de recolección
Variable Independiente (VI): Tipo de patrón e injerto utilizado	El patrón o portainjerto constituye la parte radicular y basal de la planta sobre la cual se inserta una variedad comercial mediante la técnica del injerto. La interacción patrón-injerto influye en el crecimiento, vigor, compatibilidad y productividad de las plantas de palta (Hernández et al., 2023).	Se evaluará mediante las diferentes combinaciones de patrones y variedades de injerto (Hass y Fuerte) utilizadas en los tratamientos experimentales.	• Tipo de patrón • Variedad de injerto (Hass y Fuerte) • Combinación patrón-injerto	Nominal	Ficha de registro experimental
Variable Dependiente 1 (VD1): Comportamiento productivo de los patrones	Se refiere a la capacidad de los portainjertos para expresar características morfológicas y fisiológicas favorables durante la etapa de vivero, determinando su aptitud para recibir el injerto (Schaffer et al., 2024).	Se determinará mediante evaluaciones periódicas del crecimiento y desarrollo de los patrones en vivero.	• Altura de planta (cm) • Diámetro del tallo (mm) • Longitud de raíz (cm) • Número de hojas por planta	Razón	Cinta métrica, vernier digital y ficha de evaluación
Variable Dependiente 2 (VD2): Desempeño productivo de las plantas injertadas	Comprende la respuesta agronómica obtenida después de la unión entre patrón e injerto, expresada mediante el porcentaje de prendimiento, compatibilidad y supervivencia de las plantas injertadas (Cano Gallego et al., 2023).	Será medida mediante la evaluación del éxito del injerto y la supervivencia de las plantas durante el periodo experimental.	• Porcentaje de prendimiento (%) • Supervivencia del injerto (%)	Razón	Ficha de observación y registro de campo
Variable Dependiente 3 (VD3): Rentabilidad económica de las plantas injertadas	Es la capacidad de una actividad productiva para generar beneficios económicos en relación con los costos y recursos invertidos (Nicholson & Snyder, 2021).	Se determinará mediante el análisis económico de cada tratamiento evaluado durante el proceso de producción de plantas injertadas.	• Costo total de producción (S/) • Costo unitario por planta injertada (S/ planta^{-1}) • Ingreso bruto (S/) • Utilidad neta (S/) •Relación beneficio/costo (B/C) • Rentabilidad económica (%)	Razón	Registro de costos, ingresos y ficha de evaluación económica

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Adjei, Banful e Idun (2011), en su estudio titulado “Seed size and seed cut-length effects on germination behavior and seedling growth of avocado”, desarrollado en Kumasi (Ghana), se propusieron determinar el efecto del tamaño de la semilla y la longitud del corte sobre la germinación y el crecimiento de plántulas de palto destinadas a portainjerto. Bajo un diseño de bloques completos al azar, evaluaron semillas de distinto tamaño combinadas con cortes de diferente longitud. Los resultados evidenciaron que las semillas de tamaño mediano a grande, con un corte de 1,5 cm, favorecieron significativamente la germinación y, en especial, el desarrollo del diámetro del tallo de la plántula, requisito indispensable para alcanzar el grosor injertable. Los autores concluyeron que la selección de semillas grandes y el corte adecuado constituyen prácticas recomendables para acelerar la obtención de patrones de calidad en vivero. La pertinencia de este antecedente radica en que el éxito posterior del injerto depende de la calidad del patrón producido; al sustentar que las características del portainjerto condicionan su aptitud para la injertación, el estudio respalda el enfoque de la presente investigación, centrada precisamente en la propagación de patrones como factor previo al prendimiento.

Asande, Ombori y Nyaboga (2019), en la investigación “Effect of seed size on germination and seedling performance on grafted avocado”, realizada

en Kenia, tuvieron como objetivo determinar el efecto del tamaño de la semilla sobre la germinación, el crecimiento y el desarrollo de plántulas de palto utilizadas como patrón. Emplearon un diseño completamente al azar con tres repeticiones y tres tamaños de semilla (grande, mediana y pequeña), utilizando un sustrato en proporción 5:2:2:1 de tierra agrícola, compost, fibra de coco y grava, e injertando posteriormente con púas de la variedad Hass de tres yemas. Los resultados mostraron que las semillas de mayor tamaño produjeron los mejores porcentajes de germinación y plántulas más vigorosas en altura y diámetro de tallo antes del injerto. Concluyeron que el tamaño de la semilla influye directamente sobre la calidad del patrón y, por extensión, sobre el desempeño del plantón injertado. Este antecedente es relevante porque vincula de manera explícita la calidad del patrón con el comportamiento del injerto, eje conceptual de la presente tesis; además, aporta un marco metodológico comparable al evidenciar cómo las características del portainjerto repercuten en la propagación de las variedades Hass y Fuerte.

Nakakawa (2021), en su tesis “Evaluation of graft success in Fuerte avocado cultivar under nursery and field environmental conditions”, sustentada en la Universidad de Makerere (Uganda), tuvo como objetivo evaluar el prendimiento del injerto de la variedad Fuerte bajo condiciones de vivero y de campo. La autora partió de la premisa de que el cultivo de Fuerte se ve limitado por su prolongado periodo juvenil, lo que hace de la injertación una técnica indispensable. Mediante ensayos comparativos entre ambos ambientes, halló variaciones amplias en los porcentajes de brotación y de éxito del injerto, atribuibles a las condiciones ambientales y al manejo del vivero. Concluyó que las condiciones controladas de vivero favorecen un mayor prendimiento que las de campo, recomendando la propagación injertada en vivero para asegurar la calidad del plantón de Fuerte. La importancia de este estudio para la presente investigación es directa, dado que aborda el prendimiento del injerto de la variedad Fuerte —una de las dos variedades evaluadas en Luricocha y confirma que el ambiente de vivero es un factor decisivo del éxito de la injertación, lo que justifica la evaluación productiva propuesta en condiciones controladas.

Esgrina et al. (2026), en el artículo “Microclonal success of avocado using different scions and clonal rootstock varieties”, publicado en el AsiaPacific Journal of Science and Technology y desarrollado en Mindanao (Filipinas), se propusieron evaluar la compatibilidad microclonal entre distintos patrones clonales y variedades de injerto de palto, analizando parámetros de crecimiento como la producción de hojas, el contenido de clorofila, la longitud y el diámetro del tallo. Utilizaron un diseño de bloques completos al azar con parcelas divididas. Los resultados demostraron interacciones significativas entre el patrón clonal y la variedad: el contenido de clorofila más alto (35,82 unidades SPAD) se obtuvo al microclonar la variedad Hass sobre el patrón clonal “Purple”, la mayor longitud de tallo (6,02 cm) correspondió a Hass sobre el patrón “Evergreen”, y el mayor diámetro de tallo (0,300 cm) a la combinación de la variedad “Evergreen” sobre el patrón “Purple”. Concluyeron que la combinación de Hass sobre el patrón “Purple” optimiza el crecimiento temprano, la producción foliar y el vigor de la planta. Este antecedente reciente refuerza el sustento científico de la presente investigación, pues demuestra que la interacción entre el patrón y la variedad determina el vigor del plantón hallazgo coincidente con el enfoque del estudio en Luricocha, evidenciando que la elección del portainjerto no es neutral respecto al desempeño del injerto de Hass.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Yataco Cuzcano (2011), en su tesis “Efecto de la aplicación de diferentes dosis de Trichoderma harzianum sobre el crecimiento de palto (*Persea americana* Mill.) var. Topa Topa en vivero, bajo condiciones de Lunahuaná”, sustentada en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, en el vivero Arona del distrito de Lunahuaná (Cañete, Lima), tuvo como objetivo evaluar el efecto de distintas dosis del hongo Trichoderma harzianum sobre el crecimiento de plantones de palto del patrón Topa Topa. Empleó un diseño experimental con cuatro dosis del antagonista. Los resultados mostraron que el tratamiento con 50 g de Trichoderma por planta alcanzó los mayores promedios en altura de planta (46,25 cm), diámetro de tallo (7,75 mm) y número de hojas (21,25) al final del experimento, mientras que la dosis de 40 g por planta favoreció el desarrollo radicular y el peso de

la materia seca. Concluyó que la aplicación del hongo mejoró significativamente el crecimiento y vigor de los patrones de palto en vivero. Aunque este estudio se centra en un bioinsumo, su relevancia para la presente investigación reside en que evalúa el crecimiento y vigor del patrón Topa Topa en vivero, aportando parámetros de referencia (altura, diámetro y número de hojas) útiles para contrastar el desempeño productivo de los patrones empleados con las variedades Hass y Fuerte.

Acuña Álvarez (2017), en su tesis "Evaluación de tres métodos de injerto de palto (Persea americana Mill.) en vivero, Vilcabamba – La Convención – Cusco", sustentada en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, tuvo como objetivo determinar el método de injerto más eficiente para las variedades Hass y Fuerte. Utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial, combinando dos variedades, tres tipos de injerto y dos tipos de yema. Los resultados evidenciaron que el injerto en púa central alcanzó un 100 % de prendimiento en ambas variedades, y que la variedad Fuerte con injerto en púa central registró el mayor número de hojas (hasta 17), ramillas, diámetro de brote y longitud de yema, superando a los demás tratamientos. Concluyó que el injerto en púa central es el método más recomendable para la propagación de palto en vivero por su elevado prendimiento y vigor. Este antecedente resulta fundamental para la presente investigación, pues evalúa el prendimiento del injerto en las mismas variedades de estudio (Hass y Fuerte) y demuestra que tanto la técnica como la variedad inciden en el éxito de la injertación, lo que sustenta la necesidad de analizar el efecto de los patrones sobre el prendimiento en las condiciones específicas de Luricocha.

Tarazona Vargas (2019), en su tesis "Comparativo de diez variedades de palto (Persea americana Mill.) sobre patrón mexicano Topa Topa a nivel de vivero en Tingo María", sustentada en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, se propuso evaluar el comportamiento de diez variedades de palto injertadas sobre el patrón mexicano Topa Topa. Empleó un diseño experimental con prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0,05$), evaluando el prendimiento, la altura del brote, el diámetro del brote y el número de hojas entre los 50 y 95 días después del injerto. Los resultados

mostraron porcentajes de prendimiento que variaron según la variedad, destacando Collinred con 88 % y Hall con 84 %, frente a valores menores en variedades como Criollo (60 %); asimismo, advirtió que el crecimiento se tornaba lento cuando existía un vigor equivalente entre la púa y el portainjerto. Concluyó que la compatibilidad entre el patrón Topa Topa y la variedad determina de manera específica el prendimiento y el vigor del plantón. La relevancia de este estudio para la presente tesis es notable, ya que evidencia que el prendimiento depende de la combinación específica entre el patrón y la variedad, refrendando la hipótesis de que la propagación de distintos patrones influye en el éxito del injerto de Hass y Fuerte.

Salinas Vásquez (2021), en su tesis “Tipos de injerto en patrón Zutano con variedades Fuerte y Hass en vivero Carhuaz – Áncash”, sustentada en la Universidad José Carlos Mariátegui, tuvo como objetivo identificar el tipo de injerto que garantizara el mejor prendimiento, vigor y rentabilidad de los plantones sobre el patrón Zutano. Empleó un diseño completamente al azar con prueba de Tukey al 95 %. Los resultados demostraron que el injerto tipo púa destacó con un prendimiento del 100 %, una altura de brote de 16,92 cm, un diámetro de tallo de 3,05 cm y 4,36 brotes por planta, sobresaliendo además en los costos de producción frente a los otros tipos de injerto. Concluyó que el injerto en púa sobre patrón Zutano constituye la alternativa más eficiente y rentable para la propagación de las variedades Fuerte y Hass en vivero. Este antecedente es de especial importancia para la presente investigación, dado que integra simultáneamente las variables de prendimiento, vigor y rentabilidad económica sobre un patrón y variedades coincidentes con el estudio, ofreciendo un marco comparativo directo para la evaluación productiva y económica propuesta en Luricocha.

Huamán Mancilla (2022), en su tesis “Factores que influyen en el nivel de rentabilidad por la producción de palta Hass en el valle de Limatambo, 2020”, sustentada en la Universidad Peruana Austral del Cusco, tuvo como objetivo determinar la influencia de la tecnología y del costo de producción sobre el nivel de rentabilidad del cultivo de palta Hass. Empleó un enfoque cuantitativo de tipo correlacional, sustentado en la recolección de información económica de los productores. Los resultados identificaron al

costo de producción y al nivel tecnológico como las variables determinantes de la rentabilidad, evidenciando que el control de los costos directos resulta decisivo para la obtención de utilidades. Concluyó que la mejora del nivel tecnológico y la gestión eficiente de los costos incrementan significativamente la rentabilidad de la producción de palta Hass. La pertinencia de este antecedente para la presente tesis radica en su componente económico, pues respalda el análisis de rentabilidad propuesto al confirmar que los costos de producción son el factor determinante de la utilidad, dimensión que la presente investigación traslada al ámbito de la propagación de plantones injertados.

Ticona (2024), en su tesis "Evaluación de tres tipos de injerto en las variedades de palto (Persea americana Mill.) Hass y Fuerte sobre patrón Zutano bajo condiciones de vivero", sustentada en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (Tacna), tuvo como objetivo determinar el tipo de injerto más eficiente para las variedades Hass y Fuerte sobre el patrón Zutano. Empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 3, evaluando la longitud del injerto, el número de hojas y el área foliar como indicadores de vigor, con cinco plantas por unidad experimental. Los resultados mostraron que, a los 180 días, la variedad Hass alcanzó un promedio de 4,80 injertos vivos frente a 3,90 de la variedad Fuerte, y que los injertos de escudete y de púa lograron los mayores promedios (4,90 y 4,60 unidades) frente al doble inglés (3,60). Concluyó que el tipo de injerto y la variedad influyen significativamente sobre el prendimiento y el vigor del plantón sobre patrón Zutano. Por su carácter reciente y su coincidencia en variedades (Hass y Fuerte) y patrón (Zutano), este antecedente aporta un referente metodológico y de resultados directamente comparable con la presente investigación, reforzando la importancia de evaluar la interacción entre el patrón y la variedad en el prendimiento del injerto.

Mallqui Medrano (2025), en su tesis "Crecimiento de plantones injertados de Persea americana (palto) en dos variedades Hall y Fuerte utilizando dos bioestimulantes a tres dosis en Tingo María, Huánuco", sustentada en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, tuvo como objetivo evaluar el efecto de bioestimulantes sobre el crecimiento de

plantones injertados de las variedades Hall y Fuerte. Empleó un diseño experimental factorial que combinó dos variedades, dos bioestimulantes y tres dosis, evaluando variables de crecimiento del plantón injertado. Los resultados evidenciaron que la aplicación de bioestimulantes mejoró el desarrollo de los plantones injertados, con respuestas diferenciadas según la variedad y la dosis empleada. Concluyó que el uso de bioestimulantes constituye una alternativa para optimizar el crecimiento y vigor de los plantones injertados de palto en vivero. Este antecedente complementa la presente investigación al abordar el crecimiento de plantones injertados de la variedad Fuerte, aportando criterios sobre el manejo del vigor en vivero que pueden articularse con la evaluación productiva de los patrones propuesta en Luricocha.

2.1.3. Antecedentes regionales

Conde Vilca (2019), en la investigación titulada “Estratificación en frío, corte de semillas y microorganismos eficientes en la propagación sexual de palto (Persea americana Mill.)”, desarrollada en Ayacucho, Perú, tuvo como objetivo determinar los efectos del corte de cotiledones, la estratificación en frío y la aplicación de microorganismos eficientes sobre la propagación sexual del palto para obtener portainjertos en el menor tiempo posible. La investigación se condujo bajo un Diseño Completamente Randomizado (DCR), considerando 36 tratamientos y cuatro repeticiones, evaluándose variables como tiempo de germinación, altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo y materia seca aérea y radicular. Los resultados evidenciaron que el tratamiento T34 (corte apical, basal y lateral de la semilla más aplicación de microorganismos eficientes y sin estratificación) permitió una germinación precoz a los 12,50 días y alcanzó 29,99 % de materia seca aérea. Asimismo, el tratamiento T28 presentó los mayores valores de crecimiento, registrando una altura de planta de 41,03 cm, 23 hojas por planta y un diámetro de tallo de 7,25 mm. Por otro lado, el tratamiento T26 alcanzó el mayor porcentaje de materia seca radicular con 22,08 %. El autor concluyó que los cortes realizados en la semilla y la eliminación de la testa aceleraron significativamente la germinación y permitieron obtener portainjertos aptos para injertación a los seis meses de edad, mientras que la estratificación en

frío retrasó la germinación y redujo el desarrollo de las plantas. Estos resultados demuestran la importancia de optimizar las técnicas de propagación de patrones, debido a que la calidad y vigor del portainjerto influyen directamente en el éxito posterior del prendimiento del injerto, aspecto que constituye una de las variables centrales de la presente investigación.

Rodríguez Mallqui (2019), en la tesis denominada “Evaluación del crecimiento de plántulas de palto con aplicaciones de reguladores de crecimiento en condiciones de vivero”, desarrollada en la provincia de Huanta, Ayacucho, tuvo como objetivo evaluar el crecimiento y desarrollo de plántulas de palto mediante la aplicación de reguladores de crecimiento AG3 y BAP en condiciones de vivero. La investigación se ejecutó bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), con tres tratamientos (AG3, BAP y testigo) y ocho unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron número de hojas, longitud de tallo, longitud de raíz y diámetro de tallo durante diferentes etapas de desarrollo. Los resultados mostraron diferencias significativas a favor de los tratamientos con reguladores de crecimiento. En el caso del número de hojas, el tratamiento con BAP alcanzó valores entre 11 y 16,6 hojas, mientras que el AG3 registró entre 9,2 y 14,6 hojas, superando al testigo que obtuvo entre 6,6 y 12,8 hojas. Respecto al diámetro de tallo, el BAP presentó valores entre 3,86 y 6,04 mm, mientras que el AG3 alcanzó entre 3,64 y 5,72 mm y el testigo entre 3,08 y 5,16 mm. De manera similar, las mayores longitudes de tallo y raíz fueron obtenidas con la aplicación de reguladores de crecimiento. El autor concluyó que el uso de AG3 y BAP favoreció significativamente el crecimiento y desarrollo de las plántulas de palto, permitiendo obtener plantones más vigorosos y reduciendo el tiempo requerido para alcanzar estados fenológicos adecuados para su manejo en vivero. Estos hallazgos son relevantes para la presente investigación, ya que evidencian que el vigor y desarrollo de los patrones constituyen factores determinantes para mejorar la compatibilidad y el prendimiento de los injertos de las variedades Hass y Fuerte.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Cultivo de palta (*Persea americana* Mill.)

2.2.1.1. Origen y distribución mundial

El palto (Persea americana Mill.) es una especie arbórea perennifolia originaria de las zonas tropicales y subtropicales de América Central, cuyo centro primario de domesticación se ubica en el valle de Tehuacán, en el actual estado de Puebla, México, aunque la evidencia paleobotánica sugiere que especies afines del género tuvieron una distribución mucho más amplia hace millones de años (Kew Science, 2024). La especie presenta una notable plasticidad ecológica, producto de un largo proceso de coevolución con las comunidades mesoamericanas que la cultivaron durante milenios. En este sentido, Scora y Bergh (2024) sostienen que el género Persea posee un origen africano-laurásico, con el subgénero Eriodaphne originado en África y el subgénero Persea desplazándose posteriormente hacia el norte tropical de América, lo que explica la amplia diversidad genética observada en las accesiones actuales.

Desde su domesticación, el cultivo se difundió ampliamente por el continente americano gracias a la intervención humana, alcanzando un rango que se extendía desde Guatemala y Costa Rica hasta Colombia, Ecuador y el Perú antes de la llegada de los europeos (GBIF, 2024). A partir del siglo XX, y de manera particularmente acelerada en las últimas décadas, el palto se ha consolidado como un cultivo de alcance global. La producción comercial se ha extendido tanto a las tierras bajas tropicales como a las regiones semiáridas más frías del mundo, fenómeno atribuible a las distintas tolerancias edafoclimáticas de sus tres razas ecológicas (PlantUse, 2024). Esta capacidad de adaptación a ambientes diversos constituye, precisamente, uno de los factores que han impulsado su expansión a más de sesenta países productores.

2.2.1.2. Taxonomía y clasificación botánica

Taxonómicamente, el palto pertenece a la familia Lauraceae, una de las familias de plantas con flores más antiguas que se conocen, en la que se incluyen otras especies de importancia económica como el canelo, el

alcanforero y el laurel (Springer Nature, 2019). El género Persea comprende dos subgéneros: Persea y Eriodaphne; siendo el primero el de mayor interés comercial. Dentro de P. americana se reconocen tradicionalmente tres razas ecológicas u hortícolas, consideradas en ocasiones como variedades botánicas, que difieren en su adaptación altitudinal, contenido de aceite y características del fruto (PlantUse, 2024; Science Direct, 2024).

Taxonómicamente, el palto corresponde a la especie *Persea americana* Mill., perteneciente a la familia Lauraceae. Su clasificación taxonómica es la siguiente (Royal Botanic Gardens, Kew, 2026):

Reino: Plantae
Filo: Streptophyta
Clase: Equisetopsida
Subclase: Magnoliidae
Orden: Laurales
Familia: Lauraceae
Género: *Persea*
Especie: *Persea americana* Mill.

La raza mexicana (P. americana var. drymifolia) prospera entre los 2400 y 2800 m s. n. m. en climas subtropicales, produce frutos pequeños de cáscara delgada con el mayor contenido de aceite que puede alcanzar hasta el 30 % y constituye la más resistente al frío, soportando temperaturas de hasta -4 °C por períodos cortos. La raza guatemalteca (P. americana var. guatemalensis) crece entre los 800 y 2400 m s. n. m. en climas semitropicales y se caracteriza por frutos redondeados de cáscara gruesa y contenido intermedio de aceite. Finalmente, la raza Antillana o de tierras bajas (P. americana var. americana) se desarrolla óptimamente por debajo de los 800 m s. n. m. en climas tropicales, produce frutos grandes de bajo contenido oleico y resulta la más tolerante a la salinidad, aunque la más sensible al frío (Kew Science, 2024; PlantUse, 2024).

Conviene matizar, no obstante, que esta clasificación tripartita ha sido objeto de debate científico. Scora y Bergh (2024) argumentan que,

contrariamente a las propuestas que identifican a la raza mexicana o a la guatemalteca como botánicamente distintas, la evidencia preponderante basada en análisis de isoenzimas, terpenos foliares, morfología y fisiología favorece clasificar a las tres razas como variedades botánicas equidistantes. Más aún, investigaciones genómicas recientes basadas en la datación de la divergencia plantean la posible existencia de una cuarta raza críptica en el germoplasma colombiano (University of California, 2025), lo que evidencia que la sistemática del palto continúa siendo un campo activo de investigación. Esta complejidad taxonómica posee implicaciones prácticas directas, pues la mayoría de los cultivares comerciales son híbridos interraciales cuyo comportamiento agronómico depende de la combinación de germoplasma que portan.

Tabla 2 *Características diferenciales de las tres razas ecológicas de Persea americana Mill.*

Característica	Mexicana	Guatemalteca	Antillana	Adaptación
Altitud óptima	2400–2800 m	800–2400 m	< 800 m	Subtropical a tropical
Contenido de aceite	Alto (hasta 30 %)	Intermedio	Bajo (3–10 %)	—
Tamaño del fruto	Pequeño	Mediano, redondo	Grande	—
Grosor de cáscara	Delgada	Gruesa	Intermedia	—
Tolerancia al frío	Alta (-4 °C)	Media (-4 °C)	Baja (1–2 °C)	—
Tolerancia a salinidad	Baja	Baja	Alta	—

Nota. Elaboración propia a partir de Kew Science (2024), Pl@ntUse (2024) y ScienceDirect (2024).

2.2.1.3. Importancia económica y nutricional

La relevancia económica del palto se sustenta en su creciente demanda internacional, impulsada por un excepcional perfil nutricional. El fruto destaca por su elevada concentración de ácidos grasos monoinsaturados, proteínas, minerales y vitaminas, así como por sus beneficios demostrados para la salud, entre ellos la reducción del colesterol y los triglicéridos a través de mecanismos antioxidantes (Restrepo Osorio et al., 2026). Esta condición ha posicionado al aguacate como un cultivo de importancia estratégica, con aplicaciones que abarcan las industrias culinaria, farmacéutica y cosmética.

De acuerdo con Stephen y Radhakrishnan (2022), el incremento del consumo responde directamente a la difusión de patrones alimentarios saludables a escala global.

Desde la perspectiva del comercio, la palta se ha convertido en un producto de alto valor agregado. Las proyecciones de la OCDE y la FAO señalan que será la fruta tropical de más rápido crecimiento en el mediano plazo, con América Latina y el Caribe liderando la producción mundial (SP Logistics, 2023). Esta dinámica genera oportunidades significativas para los países productores, pero también plantea desafíos asociados a la sostenibilidad ambiental, la calidad fitosanitaria y la competitividad, aspectos en los que la calidad del material de propagación desempeña un papel determinante.

2.2.1.4. Producción mundial, latinoamericana y peruana

La producción mundial de aguacate ha experimentado un crecimiento extraordinario en las últimas décadas. Según datos derivados de la FAO, la producción pasó de aproximadamente 2,3 millones de toneladas en 1998 a más de 10,4 millones de toneladas en 2023, con un crecimiento promedio anual superior al 6 % (Fluctuante, 2025). Para 2024, la producción se estimó en cerca de 10,5 millones de toneladas, mientras que la superficie cosechada global creció un 85 % durante la última década (Líder Empresarial, 2026). En este escenario, México conserva una posición hegemónica al concentrar alrededor del 28 % de la producción mundial, lo que lo consolida como el principal productor y exportador del fruto.

En el contexto latinoamericano, el Perú se ha posicionado como un actor protagónico. El país se consolidó como el segundo mayor exportador mundial, con envíos cercanos a 572 mil toneladas en 2024, teniendo a Europa como su principal mercado de destino (ProducePay, 2025). Durante la temporada más reciente, las exportaciones peruanas alcanzaron 692 mil toneladas y llegaron a setenta destinos internacionales (Portal Frutícola, 2025a). Un rasgo distintivo del sector peruano es su fuerte componente de pequeña agricultura, pues de los aproximadamente 30 mil productores nacionales, cerca del 97 % corresponde a pequeños productores, muchos de

ellos asentados en regiones andinas como Cajamarca, Ayacucho, Huancavelica, Cusco y Junín (Portal Frutícola, 2025a). No obstante, los rendimientos promedio de la pequeña agricultura, que oscilan entre 4 y 5 toneladas por hectárea, se sitúan muy por debajo del potencial del cultivo, lo que evidencia la necesidad de mejorar la base tecnológica desde los eslabones iniciales de la cadena.

2.2.1.5. Principales variedades comerciales

Aunque existen cientos de cultivares de palto, un número reducido domina el comercio mundial. La variedad Hass concentra la mayor proporción del consumo global gracias a su calidad organoléptica, su prolongada vida poscosecha y su resistencia al transporte (New Zealand Avocado, 2024). Otras variedades de importancia comercial incluyen Fuerte, Bacon, Zutano, Reed, Pinkerton y Ettinger, varias de las cuales se emplean también como polinizadoras. En el Perú, la producción de exportación se orienta mayoritariamente hacia Hass, mientras que en mercados internos y regionales como el de Luricocha persiste una fuerte presencia de la variedad Fuerte (Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2012). La coexistencia de ambas variedades en una misma zona productora justifica su estudio comparativo, particularmente en lo relativo a su comportamiento sobre distintos patrones.

2.2.2. Características de las variedades Hass y Fuerte

2.2.2.1. Origen

La variedad Fuerte constituye, en términos históricos, el cultivar comercial pionero de la palticultura moderna. Se originó a partir de una semilla seleccionada en Atlixco, México, y fue introducida a los Estados Unidos en 1911 por el vivero West India Gardens, en Altadena, California (Wikipedia, 2024; Alder, 2025). Fuerte dominó el mercado estadounidense hasta la década de 1950, cuando llegó a representar dos tercios de la producción californiana. Por su parte, la variedad Hass constituye uno de los cultivares de palta de mayor importancia comercial a nivel mundial. Se caracteriza por presentar una cáscara gruesa y rugosa que cambia de color

verde a tonalidades oscuras durante la maduración, además de buenas características organolépticas y una adecuada capacidad de conservación y transporte. Estas características, junto con su aceptación por parte de los consumidores y su prolongada vida poscosecha, han favorecido su amplia distribución y comercialización en los mercados internacionales (Olivares et al., 2024).

Desde el punto de vista del germoplasma, ambas variedades son híbridas interraciales. Fuerte es considerada un híbrido natural Mexicano × Guatemalteco, en tanto que Hass, tradicionalmente clasificada como predominantemente Guatemalteca, ha demostrado contener también un pequeño porcentaje de genes Mexicanos (South African Avocado Growers' Association, 1984; Wikifarmer, 2022). Esta composición genética híbrida resulta relevante, pues condiciona tanto la adaptación climática como la compatibilidad con los distintos patrones empleados en la propagación.

2.2.2.2. Características morfológicas

La variedad Hass se caracteriza por producir frutos de tamaño mediano y forma ovalada, con una cáscara relativamente gruesa y rugosa. Durante el proceso de maduración, la epidermis del fruto experimenta un cambio progresivo de coloración, pasando de tonalidades verdes hacia colores oscuros, característica que permite diferenciarla de otras variedades comerciales de palta. Asimismo, la pulpa presenta una textura cremosa y un elevado contenido de materia seca, atributos que contribuyen a su amplia aceptación comercial (Olivares et al., 2024). El árbol puede alcanzar gran altura y desarrolla una copa en forma de paraguas. La variedad Fuerte, en contraste, presenta frutos de forma piriforme y tamaño mediano entre 200 y 400 g, con cáscara relativamente lisa de color verde que se mantiene aun en la madurez, y una pulpa de textura mantecosa y sabor a nuez (New Zealand Avocado, 2024). Los árboles de Fuerte tienden a ser grandes, de hábito extendido, y requieren mayor espacio de desarrollo que otros cultivares.

2.2.2.3. Características agronómicas

Un aspecto agronómico central que diferencia a ambas variedades es su comportamiento floral, gobernado por el fenómeno de dicogamia protogínica característico del palto. Las flores del palto cambian funcionalmente de sexo a lo largo del día, lo que da lugar a dos tipos florales complementarios. Hass corresponde al tipo floral A, mientras que Fuerte corresponde al tipo floral B (Homestead and Chill, 2023; New Zealand Avocado, 2024). En consecuencia, su plantación conjunta favorece la polinización cruzada y mejora el cuajado de frutos. Sin embargo, Fuerte presenta una marcada sensibilidad a las bajas temperaturas durante la floración, ya que tiende a abrir sus flores en fase femenina bajo condiciones frías inadecuadas para una polinización efectiva, lo que origina rendimientos erráticos (Alder, 2025).

En lo relativo a su tolerancia sanitaria, la variedad Fuerte muestra sensibilidad a la antracnosis y a la roña (scab), lo que puede limitar su cultivo en zonas con antecedentes de estas enfermedades (Wikifarmer, 2022). Hass, por su parte, requiere atención especial frente a ácaros del género Persea y trips. Estas diferencias agronómicas refuerzan la pertinencia de evaluar el desempeño de cada variedad sobre patrones específicos, dado que el portainjerto puede modular la respuesta de la copa frente a factores bióticos y abióticos.

2.2.2.4. Potencial productivo

La variedad Hass es considerada el cultivar de mayor importancia comercial a nivel mundial, debido a su amplia aceptación en los mercados y a características favorables de calidad, sabor, textura y comportamiento poscosecha. Actualmente, su producción domina el mercado internacional de palta, aunque presenta una marcada tendencia al añerismo o alternancia productiva, caracterizada por la sucesión de años de alta y baja producción, fenómeno asociado principalmente con la carga de frutos y la dinámica de la floración (Menezes et al., 2024). Por su parte, la variedad Fuerte, aunque presenta una menor importancia comercial frente a Hass, continúa siendo un cultivar de interés por sus características organolépticas y productivas. Ambas

variedades presentan diferencias en su comportamiento durante la maduración, particularmente en la evolución del color de la cáscara y en la composición de metabolitos, aspectos que influyen en sus características de calidad y comercialización (Martínez Lüscher et al., 2024).

2.2.2.5. Adaptación a condiciones agroecológicas

La adaptación agroecológica de ambas variedades deriva de su composición racial híbrida. Los materiales con germoplasma predominantemente mexicano × guatemalteco, como Fuerte, resultan más apropiados para las regiones subtropicales y soportan condiciones relativamente frías, en tanto que requieren emplazamientos cálidos durante la floración para asegurar la polinización (PlantUse, 2024; Alder, 2025). Hass, de origen análogo, pero con mayor componente guatemalteco, exhibe buena adaptación a climas subtropicales y templados. En el contexto andino del distrito de Luricocha, caracterizado por condiciones de valle interandino, la coexistencia de ambas variedades sugiere una adaptación satisfactoria; sin embargo, la elección del patrón adecuado adquiere especial importancia para optimizar el vigor, la sanidad y la productividad de las plantas bajo las condiciones edafoclimáticas locales.

2.2.3. Propagación de plantas frutales

2.2.3.1. Concepto e importancia

La propagación de plantas frutales comprende el conjunto de técnicas empleadas para multiplicar individuos vegetales y conservar las características de especies y variedades de interés agronómico. Constituye una actividad fundamental en la fruticultura, debido a que la calidad genética y sanitaria del material de propagación influye en el establecimiento, uniformidad y comportamiento posterior de las plantas. La propagación puede realizarse mediante reproducción sexual, a través de semillas, o mediante propagación asexual o vegetativa, utilizando diferentes partes de la planta, como estacas, acodos, yemas o púas para la obtención de nuevos individuos (Jiménez González et al., 2023).

2.2.3.2. Propagación sexual

La propagación sexual se basa en la germinación de semillas resultantes de la fecundación, lo que implica recombinación genética. En frutales, este método se emplea principalmente para la obtención de patrones y en programas de mejoramiento, antes que para la multiplicación directa de variedades comerciales. Su principal limitación radica en la heterogeneidad de la descendencia, particularmente acentuada en especies de polinización cruzada como el palto. En efecto, la biología reproductiva de fecundación obligadamente cruzada de P. americana genera una extensa heterogeneidad genética entre los individuos derivados de semilla, lo que se traduce en un comportamiento de campo inconsistente (Restrepo Osorio et al., 2026). A ello se suma el prolongado período juvenil, que en plantas francas de palto puede extenderse de diez a quince años hasta la entrada en producción (Portal Frutícola, 2026).

2.2.3.3. Propagación asexual o vegetativa

La propagación asexual o vegetativa consiste en la multiplicación de plantas a partir de órganos vegetativos estacas, acodos, yemas o tejidos que conservan íntegramente la información genética de la planta madre. Sus principales modalidades incluyen el estaquillado, el acodado, el injerto y la micropropagación (Universitat de Lleida, 2020). En la fruticultura comercial, el injerto es la técnica predominante, ya que permite combinar las ventajas de un sistema radicular adaptado, aportado por el patrón, con la calidad frutal de una variedad élite. La propagación vegetativa garantiza la uniformidad genética del material y la transmisión fiel de las características productivas, atributos inalcanzables por vía sexual.

2.2.3.4. Ventajas y limitaciones de cada método

Cada método de propagación presenta ventajas y limitaciones que deben ponderarse según el objetivo perseguido. La propagación sexual ofrece sencillez operativa, bajo costo y la posibilidad de generar variabilidad útil para el mejoramiento, pero adolece de heterogeneidad y juvenilidad prolongada. La propagación vegetativa, en cambio, asegura uniformidad y

precocidad, además de permitir la propagación de genotipos selectos; sin embargo, suele resultar más costosa, técnicamente exigente y, en el caso de la propagación clonal de patrones, conlleva un proceso prolongado con porcentajes considerables de pérdida de plantas (Castro et al., 2016). La Tabla 2 sintetiza esta comparación.

Tabla 3 *Comparación entre propagación sexual y asexual en frutales*

Criterio	Propagación sexual	Propagación vegetativa
Uniformidad genética	Baja (segregación)	Alta (clon idéntico)
Período juvenil	Prolongado (10–15 años)	Reducido (2–4 años)
Costo	Bajo	Elevado
Exigencia técnica	Baja	Alta
Uso principal	Patrones y mejoramiento	Multiplicación de variedades élite

Nota. Elaboración propia a partir de Castro et al. (2016), Portal Frutícola (2026) y Restrepo Osorio et al. (2026).

2.2.4. Propagación del palto

2.2.4.1. Métodos de propagación

La propagación comercial del palto descansa fundamentalmente en la tecnología del injerto, mediante la cual las varetas o yemas de cultivares élite se unen a patrones que aportan el sistema radicular (Restrepo-Osorio et al., 2026). Los patrones pueden obtenerse por dos vías: la propagación por semilla, que produce patrones francos heterogéneos, y la propagación clonal, que genera patrones genéticamente uniformes. Esta última se realiza principalmente mediante técnicas de acodo derivadas del método de etiolación y acodo, originalmente patentado por Brokaw en 1985 —patente actualmente expirada y de uso libre, así como mediante la micropropagación (Redagrícola, 2023). En el Perú, instituciones como el INIA han promovido la propagación clonal como alternativa para mejorar la calidad de los patrones (Agronoticias, 2021).

2.2.4.2. Producción de patrones

La producción de patrones por semilla parte de la selección de frutos de variedades empleadas tradicionalmente como portainjertos entre ellas Topa

Topa y Mexicola, de la raza mexicana, cuyas semillas se siembran para obtener plántulas francas. El tamaño de la semilla reviste importancia, pues se asocia a una mayor cantidad de reservas que favorecen el desarrollo inicial de la plántula (Redagrícola, 2023). La propagación clonal, en cambio, sigue una secuencia más compleja: siembra de la semilla nodriza, germinación y crecimiento de la plántula nodriza, injertación de esta con el patrón clonal, etiolación de los brotes que aumenta la capacidad de enraizamiento mediante cambios anatómicos y en las sustancias fenólicas y, finalmente, el acodo y trasplante (Escobedo, 2020; Redagrícola, 2023). El estudio de Bernales (1997) demostró que factores como la aplicación de ácido giberélico, el tipo de sustrato y la variedad influyen significativamente en el crecimiento en altura y diámetro del portainjerto franco antes de su injertación.

2.2.4.3. Manejo de viveros de palta

El manejo del vivero es determinante para la obtención de plantones de calidad. Comprende la preparación de sustratos adecuados que aseguren porosidad y buena aireación, condiciones especialmente valoradas por el palto—, el control fitosanitario preventivo, el riego apropiado y el sombreado parcial, frecuentemente del orden del 50 %, durante las fases críticas del injerto (Barrientos-Priego et al., 2004; Redagrícola, 2023). Asimismo, la evitación de condiciones de hipoxia y el control de la calidad genética y sanitaria del material resultan cruciales, pues numerosas operaciones de vivero no logran mantener estándares fitosanitarios adecuados, lo que deriva en la distribución de material con estado sanitario subóptimo (RestrepoOsorio et al., 2026). Un manejo deficiente compromete tanto el prendimiento del injerto como el vigor posterior de las plantas.

2.2.4.4. Factores que influyen en el crecimiento de los patrones

El crecimiento de los patrones está condicionado por factores genéticos, ambientales y de manejo. Entre los factores genéticos destacan la raza y el cultivar de procedencia de la semilla, que determinan el vigor intrínseco del patrón. Entre los ambientales y de manejo sobresalen la calidad del sustrato, la disponibilidad hídrica, la temperatura, la fertilización y la aplicación de reguladores de crecimiento (Bernales, 1997). La uniformidad

en estas condiciones resulta esencial para obtener lotes homogéneos de patrones, requisito previo para un injerto exitoso. La heterogeneidad de los patrones de semilla, derivada de la biología reproductiva del palto, constituye precisamente una de las principales fuentes de variabilidad en el comportamiento posterior de las plantas injertadas (Restrepo-Osorio et al., 2026).

2.2.5. Patrones o portainjertos en palto

El patrón o portainjerto es la planta que aporta el sistema radicular y la porción basal del tallo sobre la cual se injerta la variedad comercial o copa. Su función trasciende ampliamente el simple anclaje, ya que actúa como interfaz entre el suelo y la parte aérea, modulando la absorción de agua y nutrientes, el vigor, la sanidad y la adaptación al medio (Asande et al., 2025). En el palto, los patrones pueden ser francos obtenidos por semilla o clonales genéticamente uniformes, y su elección constituye una de las decisiones agronómicas más trascendentes en el establecimiento de una plantación.

2.2.5.1. Importancia agronómica

La importancia agronómica de los portainjertos en frutales es ampliamente reconocida. En la mayoría de los cultivos frutales, los patrones mejorados se seleccionan para conferir al árbol cualidades hortícolas beneficiosas, tales como mayor rendimiento, vigor vegetativo controlado, enanización, tolerancia a la salinidad, tolerancia a suelos calcáreos y resistencia a enfermedades (UC ANR, 2003). En el caso particular del palto, la devastación causada por la pudrición radicular llevó a los investigadores a concentrar los esfuerzos de selección de patrones en la búsqueda de tolerancia o resistencia a este problema, lo que ha orientado buena parte del desarrollo de portainjertos clonales en las últimas décadas.

2.2.5.2. Influencia en el vigor y crecimiento

El patrón constituye un componente fundamental en el desarrollo de las plantas de palto, debido a que puede modificar el crecimiento y vigor de la copa injertada. Las diferencias entre tipos de portainjertos pueden

manifestarse en parámetros relacionados con el desarrollo vegetativo, como el crecimiento de la parte aérea y el desarrollo del sistema radicular. En este sentido, Núñez-Lillo et al. (2024) observaron que plantas de palto cv. Hass injertadas sobre un portainjerto clonal presentaron un mayor crecimiento de la parte aérea en comparación con plantas establecidas sobre un portainjerto proveniente de semilla, evidenciando que la interacción patrón–copa puede generar respuestas diferenciales en el desarrollo de la planta. Esta modulación del vigor se relaciona con la capacidad del sistema radicular para absorber y translocar agua y nutrientes, así como con la señalización hormonal entre patrón y copa. Cabe destacar que investigaciones recientes han evidenciado que el patrón puede influir incluso en la abundancia de microARN y en la madurez de la copa injertada en palto (Ahsan et al., 2019), lo que revela la complejidad de la interacción patrón-copa a nivel molecular.

2.2.5.3. Influencia en la absorción de nutrientes

La arquitectura y la anatomía radicular del patrón determinan la eficiencia en la absorción de nutrientes y agua. Los patrones clonales de palto desarrollan nuevas raíces a partir del abundante parénquima floemático que rodea grupos definidos de fibras del floema, en los que se inicia el crecimiento secundario (Estay et al., 2016, citados en investigaciones de propagación). Las diferencias en el orden de ramificación y en la anatomía de las raíces entre patrones de semilla y clonales repercuten en la capacidad de exploración del suelo y, por tanto, en la nutrición de la planta. Una interacción patrón-copa favorable mejora la absorción de agua y nutrientes, lo que se traduce en mayor vigor general, mientras que combinaciones poco compatibles pueden limitar el desarrollo radicular y comprometer la nutrición.

2.2.5.4. Influencia en la tolerancia a enfermedades y estrés ambiental

Uno de los aportes más valiosos de los portainjertos radica en su capacidad de conferir tolerancia frente a estreses bióticos y abióticos. La revisión de Asande et al. (2025) documenta que la investigación ha identificado patrones promisorios como R0.05, Dusa, PP40 y R0.18 por su tolerancia a la salinidad; patrones de la raza Antillana por su tolerancia a suelos calcáreos; y patrones como Duke 7, Toro Canyon y BG-83 por su

resistencia a diversas enfermedades. Entre los estreses bióticos más relevantes figuran la marchitez del laurel (Harringtonia lauricola), la pudrición radicular (Phytophthora cinnamomi), la pudrición blanca de la raíz (Rosellinia necatrix) y la marchitez por Verticillium.

En particular, P. cinnamomi permanece como uno de los patógenos más devastadores de la palticultura mundial, pues infecta las raíces finas absorbentes, reduce el transporte de agua y nutrientes y conduce a la declinación y muerte del árbol (Fick et al., 2022). El patrón clonal Dusa (Merensky 2), una selección sudafricana de origen guatemalteco × mexicano, se ha convertido en el portainjerto clonal dominante a nivel mundial gracias a su fuerte tolerancia a P. cinnamomi, su vigor y sus altos rendimientos (Brokaw Nursery, 2025). A nivel molecular, Fick et al. (2022) demostraron que Dusa exhibe una sobreexpresión prolongada de genes NLR (Nucleotide binding-Leucine rich repeat) en respuesta a la infección, lo que sustenta su resistencia parcial. Estos hallazgos resultan especialmente pertinentes para zonas como Huanta, donde P. cinnamomi ha afectado históricamente las plantaciones.

2.2.5.5. Compatibilidad patrón injerto

La compatibilidad entre el patrón y la copa es el factor más determinante para el desempeño y la longevidad de la planta injertada (Rao et al., 2025). Un requisito general para el éxito y la supervivencia a largo plazo de las plantas injertadas es la proximidad taxonómica entre ambos componentes, de modo que el injerto entre individuos estrechamente emparentados resulta comparativamente más exitoso que entre los distantes (Rao et al., 2025). La incompatibilidad puede manifestarse de dos formas: la translocada, asociada a la acumulación de almidón por encima de la unión, degeneración del floema y efectos tempranos sobre el crecimiento; y la localizada, caracterizada por rupturas en la continuidad vascular cambial que generan debilidad mecánica de la unión (Tedesco et al., 2022, citados en investigaciones sobre incompatibilidad). En palto, el reconocimiento temprano de estos síntomas es crucial para evitar pérdidas en vivero y en campo.

2.2.5.6. Estudios recientes sobre portainjertos en palta

La investigación reciente sobre portainjertos de palto ha avanzado en múltiples frentes. Moraes et al. (2022) compararon el desempeño hortícola de la variedad Hass injertada sobre patrones de semilla y clonales bajo condiciones de clima tropical, aportando evidencia sobre el efecto del tipo de patrón en el comportamiento de campo. Cohen et al. (2023) evaluaron el efecto de patrones de la raza Antillana, de semilla y clonales, regados con agua reciclada, sobre el rendimiento, el peso del fruto y la alternancia productiva de Hass. En el plano de la propagación, Restrepo-Osorio et al. (2026) desarrollaron un protocolo eficiente de propagación clonal de patrones mediante micropropagación potenciada por etiolación, abordando el problema de la heterogeneidad genética. Estos trabajos coinciden en subrayar que la selección y propagación adecuada del patrón constituye una palanca clave para la productividad y la sostenibilidad del cultivo, aunque difieren en los métodos y en las condiciones agroecológicas evaluadas, lo que evidencia la necesidad de estudios locales. **2.2.6. Injertación en palto**

La injertación es la técnica de propagación vegetativa mediante la cual se unen los tejidos de dos plantas el patrón y la vareta o yema de la variedad de modo que continúen creciendo como un solo individuo. En el palto se reconoce como la técnica de propagación vegetativa más eficiente para multiplicar variedades comerciales, ya que permite reducir el período juvenil del árbol desde un rango de diez a quince años, propio de las plantas de semilla, hasta tan solo dos a cuatro años, combinando la calidad frutal de la variedad con el vigor y la resistencia del patrón (Portal Frutícola, 2026).

2.2.6.1. Bases fisiológicas del injerto

Las bases fisiológicas del injerto corresponden, esencialmente, a los mecanismos de cicatrización de tejidos tras una herida. Según Rao et al. (2025), la formación exitosa de la unión del injerto involucra una secuencia de eventos: el alineamiento del cámbium vascular, la generación de una respuesta de cicatrización, la formación de un puente de callo, la posterior diferenciación del cámbium vascular y, finalmente, la formación de xilema y floema secundarios que restablecen la continuidad vascular. Sharma y Zheng

(2022) precisan que los eventos principales en la formación de una unión compatible son la adhesión del patrón y la copa, la proliferación de células de callo y la diferenciación vascular a través de la interfaz del injerto; la conexión vascular entre ambos componentes resulta indispensable, pues sin ella la copa no reanudará su crecimiento.

A nivel celular, el injerto provoca inicialmente la liberación de pectinas que adhieren el patrón y la copa; posteriormente, las células desdiferenciadas forman callo en la interfaz, se interdigitan y establecen conexiones mediante plasmodesmos (Rao et al., 2025). Las fitohormonas, especialmente las auxinas, regulan los eventos clave de la formación de la unión. La temporalidad de este proceso ha sido caracterizada en diversas especies: en estudios sobre cucurbitáceas, la conexión cambial continua se establece entre los 7 y 10 días después del injerto (Devi et al., 2022), mientras que en vid la continuidad cambial suele completarse entre los 28 y 35 días (investigaciones histológicas comparadas). El conocimiento de estas bases fisiológicas permite comprender por qué factores como la alineación del cámbium y las condiciones ambientales resultan determinantes para el prendimiento.

2.2.6.2. Tipos de injertos utilizados en palta

En el palto se emplean diversos métodos de injerto, cuya elección depende del diámetro del patrón, la época y la experiencia del operario. Entre los más utilizados se cuentan el injerto de púa o púa terminal, el injerto de púa lateral o de escudete, el injerto de hendidura, el injerto de corona y el injerto de aproximación (Portal Frutícola, 2026). Los estudios desarrollados en condiciones de vivero en el Perú han evaluado comparativamente estos métodos, reportando altos porcentajes de prendimiento en determinadas combinaciones de método, tipo de yema y variedad (Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2017).

2.2.6.2.1. Injerto de púa terminal

El injerto de púa terminal consiste en insertar una vareta provista de varias yemas en el extremo apical del patrón, previamente decapitado. En

condiciones óptimas, este método alcanza tasas de prendimiento del orden del 80 al 90 % en palto (Portal Frutícola, 2026). Es ampliamente utilizado en vivero por su relativa sencillez y por la robustez de la unión resultante, aunque exige un cuidadoso alineamiento del cámbium y la protección de la zona de unión frente a la deshidratación.

2.2.6.2.2. Injerto de púa lateral

El injerto de púa lateral que incluye variantes como el enchapado lateral inserta la vareta en un corte practicado en el costado del patrón, sin decapitarlo inicialmente. Este método fue el empleado por Barrientos-Priego et al. (2004) en su evaluación de treinta y nueve selecciones de palto con potencial de uso como portainjertos, donde se realizaron 1549 injertos. La principal ventaja del injerto lateral radica en que el patrón conserva su follaje durante las primeras fases, lo que puede favorecer la nutrición de la unión en formación.

2.2.6.2.3. Injerto de hendidura

El injerto de hendidura constituye una variante del injerto de púa especialmente indicada cuando el patrón es de diámetro grande o cuando se desea insertar varias púas simultáneamente para maximizar las probabilidades de prendimiento (Portal Frutícola, 2026). En esta técnica, el tallo del patrón se corta horizontalmente y luego se divide longitudinalmente en una o dos hendiduras, creando cavidades en las que se insertan las púas talladas en cuña. Su robustez lo hace adecuado para la reinjertación de plantas establecidas.

2.2.6.3. Ventajas del injerto

Las ventajas del injerto en palto son múltiples y sustanciales. Permite la multiplicación fiel de variedades élite, reduce drásticamente el período juvenil, posibilita la combinación de un patrón adaptado y resistente con una copa de alta calidad frutal, y facilita la renovación de copas en plantaciones establecidas (Portal Frutícola, 2026; Restrepo Osorio et al., 2026). Adicionalmente, el injerto permite aprovechar las propiedades de tolerancia a estreses bióticos y abióticos que aportan los patrones seleccionados, lo que

resulta especialmente valioso frente a problemas como la pudrición radicular. Estas ventajas explican que el injerto sea la base de la palticultura comercial moderna a escala mundial.

2.2.7. Prendimiento del injerto

El prendimiento del injerto se define como la formación y consolidación exitosa de la unión entre el patrón y la copa, evidenciada por la reanudación del crecimiento de la vareta o yema injertada. Constituye un indicador primario de la eficiencia del proceso de propagación y un determinante directo de la disponibilidad de plantones de calidad y de la rentabilidad del vivero. Un alto porcentaje de prendimiento refleja una adecuada compatibilidad y un manejo apropiado, mientras que valores bajos señalan problemas de incompatibilidad, deficiencias técnicas o condiciones ambientales adversas.

2.2.7.1. Formación de la unión vascular

La formación de la unión vascular sigue la secuencia fisiológica descrita previamente. De acuerdo con Devi et al. (2022), en una unión exitosa intervienen tres pasos principales: el contacto estrecho de los tejidos cortados del patrón y la copa, con formación de una capa necrótica y el inicio de células parenquimáticas de callo en uno o dos días; la diferenciación celular junto con la formación de una conexión cambial continua; y el completamiento de la conexión vascular mediante la formación de una nueva capa de cámbium en el tejido del puente de callo entre los 7 y 10 días después del injerto. Castro et al. (2016) sintetizan que el desarrollo de una copa compatible requiere el contacto estrecho entre las zonas cambiales, la formación del puente de callo y el restablecimiento de la continuidad vascular. La interrupción de cualquiera de estas etapas conduce al fracaso del injerto.

2.2.7.2. Factores que afectan el prendimiento

El éxito del prendimiento depende de la convergencia de múltiples factores, que pueden agruparse en aspectos de compatibilidad, condiciones ambientales y estado fisiológico de los materiales. La identificación y el

control de estos factores constituyen el objeto central del manejo del injerto en vivero.

2.2.7.2.1. Compatibilidad patrón-injerto

La compatibilidad es el factor primario. Como se ha señalado, la proximidad taxonómica entre patrón y copa favorece la unión exitosa (Rao et al., 2025). En palto, el carácter híbrido de las variedades comerciales y la diversidad de patrones disponibles generan un amplio espectro de combinaciones cuya compatibilidad debe evaluarse empíricamente. La incompatibilidad, ya sea localizada o translocada, se manifiesta en debilidad de la unión, anomalías vasculares y, en casos severos, en la muerte de la planta (Tedesco et al., 2022).

2.2.7.2.2. Condiciones ambientales

Las condiciones ambientales durante y después del injerto resultan determinantes. La temperatura óptima para el injerto en palto oscila entre los 15 y 30 °C, con alta humedad ambiental en la zona de unión (Portal Frutícola, 2026). Las infecciones se ven favorecidas por condiciones frías y lluviosas, en tanto que la deshidratación de la unión constituye uno de los principales problemas. Por ello, la época de injerto debe respetar la ventana de savia activa y las condiciones térmicas óptimas, recomendándose la primavera en zonas templadas y el inicio de la temporada húmeda en climas tropicales o subtropicales (Portal Frutícola, 2026). El sombreado parcial del vivero contribuye a mantener condiciones favorables.

2.2.7.2.3. Estado fisiológico del patrón y la vareta

El estado fisiológico de ambos componentes incide directamente en el prendimiento. El patrón debe encontrarse en activo crecimiento, con savia circulante que facilite la actividad cambial, y poseer un diámetro adecuado. La vareta debe provenir de material sano, en estado fisiológico apropiado y con yemas viables. En la propagación clonal, el momento del injerto respecto de la etapa de enraizamiento condiciona significativamente la supervivencia: Castro et al. (2016) determinaron que, en invernadero sin calefacción, la

mayor supervivencia se obtuvo en plantas injertadas 60 días después del enraizamiento, mientras que en invernadero con calefacción el máximo se alcanzó a los 15 días. Asimismo, la calidad sanitaria del material es indispensable, pues un estado fitosanitario deficiente compromete el establecimiento del injerto (Restrepo et al., 2026).

2.2.7.3. Indicadores de éxito del injerto

El éxito del injerto se evalúa mediante diversos indicadores complementarios. El porcentaje de prendimiento mide la proporción de injertos que logran la unión y reanudan el crecimiento; la supervivencia del injerto cuantifica la permanencia de las plantas establecidas a lo largo del tiempo; y el vigor del injerto valora el grado de desarrollo vegetativo alcanzado, frecuentemente mediante escalas visuales ordinales. A estos se suman parámetros de crecimiento como la altura, el diámetro del tallo y el número de hojas. La evaluación conjunta de estos indicadores proporciona una visión integral de la eficiencia de cada combinación patrón-variedad y constituye la base de los estudios de comportamiento productivo en vivero.

2.2.8. Evaluación productiva de patrones

La evaluación productiva de patrones en vivero se fundamenta en la medición sistemática de variables de crecimiento y desempeño que permiten comparar objetivamente las combinaciones patrón-variedad. Estas variables constituyen indicadores del vigor, la compatibilidad y la calidad de los plantones obtenidos.

2.2.8.1. Altura de planta

La altura de planta es una de las variables de crecimiento más empleadas, ya que refleja el vigor vegetativo conferido por el patrón a la copa injertada. Las diferencias en altura entre tratamientos suelen atribuirse principalmente al efecto del patrón, dado que este modula la capacidad de absorción y translocación de recursos. Su medición periódica permite construir curvas de crecimiento y detectar precozmente combinaciones de desempeño superior o inferior.

2.2.8.2. Diámetro de tallo

El diámetro del tallo es un indicador robusto del vigor y del estado nutricional de la planta, además de relacionarse con la solidez estructural de la unión del injerto. Un mayor diámetro suele asociarse a plantas más vigorosas y a una mejor compatibilidad patrón-copa. Esta variable, junto con la altura, permite calcular índices de calidad de plantones ampliamente utilizados en viverística forestal y frutícola.

2.2.8.3. Número de hojas

El número de hojas constituye un indicador del área foliar potencial y, por tanto, de la capacidad fotosintética de la planta. Una mayor emisión foliar se vincula a un crecimiento vegetativo más vigoroso y a una adecuada compatibilidad fisiológica entre patrón y copa, que favorece la actividad fotosintética. La variabilidad en esta variable entre combinaciones patrónvariedad evidencia la influencia de la interacción entre ambos factores sobre el desarrollo vegetativo.

2.2.8.4. Vigor vegetativo

El vigor vegetativo integra el conjunto de manifestaciones del crecimiento y se evalúa con frecuencia mediante escalas visuales ordinales de varias categorías, que abarcan desde niveles muy bajos hasta excelentes. Esta valoración cualitativa, aunque subjetiva, proporciona una apreciación global del desarrollo de la planta que complementa las mediciones cuantitativas. Por su naturaleza ordinal y la tendencia a concentrar observaciones en las categorías superiores, el análisis estadístico del vigor suele requerir pruebas no paramétricas, como la de Kruskal-Wallis.

2.2.8.5. Crecimiento del injerto

El crecimiento del injerto propiamente dicho se refiere al desarrollo de la vareta o yema una vez establecida la unión, y refleja la eficiencia del restablecimiento de la conexión vascular. Un crecimiento vigoroso del injerto indica una unión funcional que permite el flujo adecuado de agua, nutrientes

y fotoasimilados entre patrón y copa. Esta variable es especialmente sensible a la compatibilidad y al estado fisiológico de los materiales empleados.

2.2.8.6. Supervivencia de plantas

La supervivencia de las plantas cuantifica la proporción de injertos que permanecen viables a lo largo del período de evaluación, e integra los efectos de la compatibilidad, el manejo y las condiciones ambientales. Constituye un indicador económico de primer orden, pues las pérdidas en vivero inciden directamente en los costos de producción. En la propagación clonal, la supervivencia posterior al injerto es señalada como una de las etapas más críticas del proceso (Castro et al., 2016). Una alta supervivencia, junto con un elevado prendimiento, define la eficiencia productiva de una combinación patrón-variedad.

2.2.9. Evaluación económica en viveros de palta

La evaluación económica permite determinar la viabilidad y la rentabilidad de la producción de plantones injertados, complementando la evaluación productiva con criterios financieros que orientan la toma de decisiones de viveristas y productores. Su análisis se basa en la estructura de costos y en los indicadores de rentabilidad.

2.2.9.1. Costos fijos y variables

Los costos de producción se clasifican en fijos y variables. Los costos fijos como la depreciación de infraestructura, los gastos administrativos y ciertos costos operativos complementarios no varían sustancialmente con el volumen producido. Los costos variables, en cambio, dependen del nivel de producción e incluyen principalmente los insumos y la mano de obra. En la producción de plantones de palto, los insumos suelen constituir el componente de mayor variabilidad entre tratamientos, en tanto que la mano de obra puede mantenerse relativamente constante.

2.2.9.2. Costos de producción

El costo total de producción resulta de la suma de los costos directos insumos y mano de obra y los costos indirectos. La elección del patrón influye significativamente en el costo, pues patrones de mayor exigencia en su obtención o manejo demandan mayor inversión. En estudios de viverística, los costos directos representan típicamente la mayor proporción del costo total, frecuentemente entre el 80 % y el 85 %, mientras que los indirectos aportan una fracción menor y de menor variabilidad. La estructura de costos debe analizarse en conjunto con los porcentajes de prendimiento y supervivencia, dado que estos determinan el número final de plantones comercializables.

2.2.9.3. Ingreso bruto

El ingreso bruto corresponde al valor total de la producción vendida, calculado como el producto del número de plantones comercializables por su precio de venta. Cuando se asume un volumen y un precio uniformes entre tratamientos, el ingreso bruto permanece constante, de modo que las diferencias en rentabilidad se atribuyen exclusivamente a las variaciones en los costos de producción. Este supuesto facilita la comparación directa de la eficiencia económica de las distintas combinaciones patrón-variedad.

2.2.9.4. Beneficio neto

El beneficio o rentabilidad neta se obtiene al restar el costo total de producción del ingreso bruto, y representa la utilidad efectiva de la actividad. Bajo el supuesto de ingreso bruto constante, los tratamientos con menores costos de producción generan, lógicamente, mayores márgenes de ganancia.

El beneficio neto constituye, por tanto, un indicador directo de la conveniencia económica de cada combinación evaluada.

2.2.9.5. Relación beneficio/costo

La relación beneficio/costo (B/C) es un indicador de eficiencia económica que expresa el retorno obtenido por cada unidad monetaria

invertida. Se calcula dividiendo el ingreso bruto entre el costo total de producción. Valores superiores a la unidad indican que la actividad es económicamente viable, mientras que valores inferiores señalan pérdidas. Una relación B/C de 1,80, por ejemplo, significa que por cada sol invertido se obtiene un retorno bruto de 1,80 soles. Este indicador permite jerarquizar los tratamientos según su rentabilidad relativa, con independencia de la magnitud absoluta de la inversión.

2.2.9.6. Rentabilidad económica

La rentabilidad económica, frecuentemente expresada como rentabilidad neta porcentual, relaciona el beneficio neto con el costo de producción y se expresa en términos relativos. Integra la información de costos e ingresos en un único valor comparable, lo que facilita la identificación de la combinación patrón-variedad más eficiente desde el punto de vista financiero. El análisis de rentabilidad debe considerar no solo el nivel de inversión requerido, sino también los porcentajes de prendimiento, supervivencia y calidad final de los plantones, a fin de orientar decisiones que maximicen el retorno económico del vivero.

2.2.10. Contexto productivo de la palta en Ayacucho y Luricocha

2.2.10.1. Producción regional

La región Ayacucho posee una larga tradición en el cultivo de palta y una posición destacada en el contexto nacional. Las provincias de La Mar y las cabezadas de Lucanas encabezan actualmente la producción regional, con cerca de dos mil hectáreas dedicadas a este cultivo, impulsadas por proyectos de agricultura familiar (Jornada, 2024). El valle del Torobamba constituye la principal zona de producción, seguido por el valle Huanta-Luricocha y la zona de Vilcashuamán-Chincheros (Servicio Nacional de Sanidad Agraria, 2019). La región ha desarrollado, además, una orientación exportadora, habiendo enviado palta Hass a mercados exigentes como China.

2.2.10.2. Importancia económica local

El distrito de Luricocha, en la provincia de Huanta, ha sido históricamente el área de mayor producción de palta de la región Ayacucho, reconocido a nivel nacional por la calidad de su fruta. De acuerdo con la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (2012), cerca del 82 % de la producción local corresponde a la variedad Fuerte, el 13 % a la variedad Hass y el resto a otras variedades. La actividad paltícola constituye un pilar de la economía local y un medio de subsistencia para numerosas familias de pequeños productores organizados en asociaciones. Esta importancia económica y social justifica los esfuerzos por fortalecer la base productiva del cultivo en la zona.

2.2.10.3. Limitaciones en la producción de plantones

La producción de palta en Luricocha enfrenta limitaciones significativas. En años recientes, la producción ha disminuido de manera considerable —con una reducción estimada en torno al 50 %— a causa de la escasez hídrica que afecta la región (Jornada, 2024). A esta restricción se suma la presión histórica de enfermedades fitosanitarias, en especial la pudrición radicular causada por Phytophthora cinnamomi, que desde la década de 1990 ha afectado de modo recurrente las plantaciones de la provincia de Huanta sin haber podido ser erradicada por completo (Solid Perú, 2005). En el ámbito específico de la producción de plantones, predomina el empleo de patrones de semilla de procedencia heterogénea y de calidad genética y sanitaria no controlada, lo que incide negativamente en el prendimiento del injerto y en la uniformidad de los plantones.

2.3. Definición de terminos

Palto (Persea americana Mill.). Es una especie arbórea perennifolia perteneciente a la familia Lauraceae, cuyo rango de distribución natural se extiende desde México hasta Costa Rica. Es cultivada ampliamente por sus frutos comestibles y de importancia nutricional y económica. La especie presenta una elevada diversidad genética y ha sido tradicionalmente diferenciada en tres razas hortícolas o ecológicas: mexicana, guatemalteca y

antillana o de las Indias Occidentales, las cuales presentan características morfológicas y fisiológicas particulares y se encuentran adaptadas a diferentes condiciones de temperatura, humedad y altitud (Moraes et al., 2024).

Variedad o cultivar. Se refiere a un conjunto de plantas cultivadas que presenta características morfológicas, fisiológicas y agronómicas diferenciadas y que ha sido seleccionado y mantenido mediante métodos de propagación que permiten conservar sus características de interés. En el cultivo de palto, existen numerosos cultivares comerciales derivados de las razas mexicana, guatemalteca y antillana, así como de sus diferentes combinaciones híbridas. Entre ellos, 'Hass' es considerado un híbrido de origen guatemalteco-mexicano y destaca por sus características de calidad del fruto, elevado contenido de aceite y amplia aceptación comercial (Dreher y Davenport, 2023).

Variedad Hass. Es uno de los cultivares de palto de mayor importancia comercial a nivel mundial. Fue seleccionado en California y presenta un origen genético predominantemente guatemalteco, con contribución de la raza mexicana. Se caracteriza por presentar tipo floral A, frutos de tamaño mediano y forma ovalada, con una cáscara gruesa, rugosa y de apariencia ligeramente granulada, cuya coloración cambia de verde a negro o púrpura oscuro durante la maduración. Estas características, junto con su buena calidad organoléptica y comportamiento poscosecha, han favorecido su amplia aceptación y predominio en el comercio internacional de palta (Burdon, 2026).

Variedad Fuerte. Es un cultivar de palto reconocido como un híbrido natural entre las razas mexicana y guatemalteca. Su importancia radica en sus características agronómicas y organolépticas, además de su adaptación a determinadas condiciones ambientales. Desde el punto de vista genético, 'Fuerte' se encuentra dentro del grupo de cultivares híbridos mexicano × guatemalteco, diferenciándose de los materiales pertenecientes a las razas puras de Persea americana (Rendón Anaya et al., 2019).

Razas ecológicas del palto. Persea americana se clasifica tradicionalmente en tres principales razas hortícolas o ecológicas: mexicana (P. americana var. drymifolia), guatemalteca (P. americana var. guatemalensis) y antillana o de las Indias Occidentales (P. americana var. americana). Estas razas presentan diferencias en su origen geográfico, adaptación ambiental y características morfológicas y fisiológicas. La raza mexicana se caracteriza por una mayor tolerancia al frío y un elevado contenido de aceite; la guatemalteca presenta adaptación a zonas de altura intermedia y menor tolerancia a bajas temperaturas, mientras que la antillana se encuentra principalmente adaptada a ambientes tropicales de tierras bajas y presenta mayor tolerancia a suelos salinos. Además, la ausencia de barreras reproductivas entre las razas ha favorecido la formación de híbridos interespecíficos o interraciales que constituyen una parte importante de los cultivares comerciales de palto (Chen et al., 2019; Rendón-Anaya et al., 2019).

Propagación vegetativa o asexual. Es un método de multiplicación de plantas mediante el empleo de órganos, tejidos o estructuras vegetativas de una planta madre, como estacas, yemas, acodos o segmentos de tejidos, con el propósito de obtener nuevos individuos genéticamente semejantes al material de origen. Este tipo de propagación permite conservar características deseables del material seleccionado y favorecer la uniformidad de las plantas, siendo empleada mediante técnicas como el estaquillado, acodado, injertación y micropropagación. En especies frutales, estas técnicas son de especial importancia para la multiplicación clonal de materiales de interés agronómico y para la producción de plantas uniformes y de calidad (Lal et al., 2023; Feng et al., 2024).

Propagación sexual. Multiplicación de plantas mediante semillas obtenidas por fecundación, que implica recombinación genética y, por tanto, heterogeneidad en la descendencia. En palto se emplea principalmente para la obtención de patrones y en programas de mejoramiento, dado el prolongado período juvenil que conlleva (Restrepo Osorio et al., 2026).

Patrón o portainjerto. Planta que aporta el sistema radicular y la porción basal del tallo sobre la cual se injerta la variedad comercial; modula la

absorción de agua y nutrientes, el vigor, la sanidad y la adaptación al medio de la planta injertada. Puede ser franco (de semilla) o clonal (Asande et al., 2025).

Patrón franco. Portainjerto obtenido por germinación de semilla, que por la biología de polinización cruzada del palto produce poblaciones genéticamente heterogéneas, con respuestas diferenciales a estreses edáficos y a la compatibilidad con la copa (Castro et al., 2016).

Patrón clonal. Portainjerto propagado vegetativamente —generalmente mediante etiolación y acodo o micropropagación que asegura uniformidad genética y permite seleccionar materiales tolerantes a estreses bióticos y abióticos, como el patrón Dusa frente a Phytophthora cinnamomi (Brokaw Nursery, 2025).

Injerto o injertación. Técnica de propagación vegetativa que une los tejidos de dos plantas el patrón y la vareta o yema de la variedad de modo que continúen creciendo como un solo individuo, combinando un sistema radicular adaptado con una copa de calidad; reduce el período juvenil del palto de 10–15 años a 2–4 años (Portal Frutícola, 2026).

Vareta o púa. Porción de rama provista de una o más yemas, procedente de la variedad que se desea propagar, que se une al patrón durante la injertación. Se recomienda obtenerla de material sano, de ramas de uno a dos años de vegetación y en estado fisiológico adecuado (Universidad Nacional Agraria de la Selva, s. f.).

Yema. Estructura vegetativa latente o en crecimiento que contiene el meristemo capaz de originar nuevos brotes; su viabilidad y estado fisiológico son determinantes para el éxito del injerto, pues constituye el punto a partir del cual la variedad reanuda su desarrollo (Universidad Nacional Agraria de la Selva, s. f.).

Injerto de púa terminal. Modalidad de injerto en la que la vareta se inserta en el extremo apical del patrón previamente decapitado; en condiciones

óptimas alcanza tasas de prendimiento del 80–90 % en palto y se valora por la robustez de la unión resultante (Portal Frutícola, 2026).

Injerto de púa lateral. Modalidad de injerto, que incluye variantes como el enchapado lateral, en la que la vareta se inserta en un corte practicado en el costado del patrón sin decapitarlo inicialmente, lo que permite conservar el follaje del patrón durante las primeras fases (Barrientos Priego et al., 2004).

Injerto de hendidura. Variante del injerto de púa indicada para patrones de diámetro grande o para insertar varias púas simultáneamente; el tallo del patrón se corta horizontalmente y se divide longitudinalmente, creando cavidades donde se insertan las púas en cuña (Portal Frutícola, 2026).

Prendimiento del injerto. Formación y consolidación exitosa de la unión entre el patrón y la copa, evidenciada por la reanudación del crecimiento de la vareta o yema injertada; constituye un indicador primario de la eficiencia del proceso de propagación y se expresa habitualmente como porcentaje (Castro et al., 2016).

Unión del injerto y continuidad vascular. Proceso fisiológico de cicatrización por el cual se restablece la conexión entre patrón y copa, mediante el contacto cambial, la formación de un puente de callo y la diferenciación de xilema y floema secundarios que aseguran el flujo de agua, nutrientes y fotoasimilados (Sharma y Zheng, 2022).

Compatibilidad patrón-injerto. Capacidad del patrón y la copa para formar una unión funcional y duradera, favorecida por la proximidad taxonómica entre ambos; su ausencia origina incompatibilidad localizada o translocada, con debilidad de la unión, anomalías vasculares y, en casos severos, muerte de la planta (Rao et al., 2025; Tedesco et al., 2022).

Vigor vegetativo. Grado de desarrollo y crecimiento que manifiesta la planta injertada, integrando variables como altura, diámetro y follaje; suele evaluarse mediante escalas visuales ordinales y refleja la compatibilidad y la eficiencia de la combinación patrón-variedad (Asande et al., 2025).

Supervivencia del injerto. Proporción de injertos que permanecen viables a lo largo del período de evaluación, integrando los efectos de la compatibilidad, el manejo y las condiciones ambientales; es un indicador económico de primer orden, pues las pérdidas en vivero inciden directamente en los costos (Castro et al., 2016).

Phytophthora cinnamomi (tristeza del palto). Oomiceto fitopatógeno hemibiótrofo causante de la pudrición radicular del palto, considerado uno de los patógenos más devastadores de este cultivo; infecta las raíces finas absorbentes, reduce el transporte de agua y nutrientes y conduce a la declinación y muerte del árbol (Fick et al., 2022).

Vivero. Instalación destinada a la producción y el manejo de plantas hasta su trasplante a campo definitivo; en palto comprende la preparación de sustratos aireados, el control fitosanitario preventivo, el riego, el sombreado parcial y la injertación, etapas determinantes para la calidad de los plantones (Universitat de Lleida, 2023).

Costos de producción. Conjunto de erogaciones requeridas para producir un bien, clasificadas en directas (insumos y mano de obra) e indirectas; en la producción de plantones injertados, los costos directos suelen representar entre el 80 % y el 85 % del costo total y varían según el patrón empleado (elaboración propia, basada en datos del estudio).

Relación beneficio/costo (B/C) y rentabilidad. Indicador de eficiencia económica que expresa el retorno obtenido por cada unidad monetaria invertida, calculado como el cociente entre el ingreso bruto y el costo total; valores superiores a la unidad indican viabilidad económica, mientras que la rentabilidad neta relaciona el beneficio neto con el costo de producción (Proain, 2020).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1 Tipo y enfoque de investigación

La presente investigación será de tipo aplicada, en tanto que se orientará a la resolución de un problema concreto de la realidad productiva mediante la generación de conocimiento de utilidad práctica inmediata. De acuerdo con Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), la investigación aplicada busca la solución de problemas específicos a partir de los conocimientos previamente establecidos por la investigación básica. En el mismo sentido, Carrasco Díaz (2019) sostiene que la investigación aplicada se distingue por tener propósitos prácticos inmediatos bien definidos, dado que se realiza para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad. En consecuencia, el presente estudio responderá a esta naturaleza, pues evaluará el efecto de distintos patrones sobre el prendimiento del injerto de palta con el fin de proporcionar a los viveristas y productores de Luricocha información técnica y económica aplicable a la producción de plantones de calidad.

La investigación se desarrollará bajo un enfoque cuantitativo, debido a que se recopilarán datos numéricos correspondientes a las variables de estudio, los cuales serán analizados mediante procedimientos estadísticos. Este enfoque permite medir objetivamente las características de los fenómenos estudiados, establecer comparaciones entre los tratamientos y determinar, mediante pruebas estadísticas, la existencia de diferencias significativas entre los grupos evaluados (Hernández Sampieri y Mendoza, 2018). Asimismo, el enfoque cuantitativo se caracteriza por el empleo de procedimientos sistemáticos para la recolección y análisis de datos, incluyendo métodos estadísticos para evaluar las relaciones o diferencias planteadas en la investigación (Creswell y Creswell, 2018). En el presente estudio, este enfoque permitirá evaluar cuantitativamente el efecto de los

diferentes patrones e injertos sobre las características de crecimiento y desarrollo de las plantas de palto.

3.1.2 Nivel de investigación

La presente investigación corresponde al nivel experimental, debido a que se manipulará de manera deliberada la variable independiente, constituida por los diferentes tipos de patrones e injertos utilizados en la propagación de plantas de palta, con el propósito de evaluar su efecto sobre el comportamiento productivo de los patrones, el desempeño de las plantas injertadas y la rentabilidad económica obtenida. La investigación experimental se caracteriza por la intervención directa del investigador sobre una o más variables independientes para analizar los cambios producidos en las variables dependientes bajo condiciones controladas (Ramos Galarza, 2021).

Asimismo, este nivel de investigación permite establecer relaciones de causa y efecto entre las variables estudiadas, ya que los tratamientos son aplicados de manera planificada y posteriormente comparados mediante procedimientos estadísticos. En el ámbito agronómico, los estudios experimentales constituyen una herramienta fundamental para evaluar tecnologías, prácticas de manejo y materiales vegetales, permitiendo determinar las alternativas más eficientes desde el punto de vista técnico y económico.

Por otro lado, la investigación se enmarca dentro de la investigación aplicada, ya que busca generar conocimientos orientados a la solución de un problema específico relacionado con la producción de plantones injertados de palta en las condiciones agroecológicas de Luricocha. La investigación aplicada utiliza conocimientos científicos para resolver problemas concretos y contribuir al mejoramiento de procesos productivos, favoreciendo la transferencia tecnológica y el desarrollo del sector agrícola (CastroMaldonado et al., 2023).

En consecuencia, el estudio posee un nivel experimental de carácter aplicado, puesto que pretende determinar la influencia de diferentes tipos de

patrones e injertos sobre variables productivas y económicas, generando información científica que contribuya a optimizar la producción de plantas injertadas de palta y mejorar la rentabilidad de los viveros especializados.

3.2. Método de investigación

Como método específico se empleó el experimental, el cual, según Carrasco Díaz (2019), consiste en organizar deliberadamente condiciones de acuerdo con un plan previo, con el fin de investigar las posibles relaciones causa-efecto exponiendo a uno o más grupos experimentales a la acción de una variable experimental y contrastando sus resultados. La aplicación de este método en el presente estudio se concretará mediante la conformación de tratamientos resultantes de la combinación de cuatro patrones y dos variedades de palta, la asignación controlada de las unidades experimentales, la medición sistemática de las variables de respuesta y el control de las fuentes de variación ajenas a los factores estudiados, de modo que las diferencias observadas puedan atribuirse al efecto de los tratamientos.

3.3. Diseño de investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial 4 × 2, debido a que las unidades experimentales presentarán condiciones homogéneas y los tratamientos serán distribuidos aleatoriamente. Este diseño es ampliamente utilizado en investigaciones agrícolas cuando no existen fuentes de variación conocidas que requieran control mediante bloques, permitiendo obtener estimaciones confiables del error experimental y evaluar de manera eficiente los efectos de los tratamientos sobre las variables de estudio (Montgomery, 2020; Gómez yGómez, 2022).

El arreglo factorial estuvo conformado por dos factores: el factor A, correspondiente al patrón o portainjerto, con cuatro niveles (Antillano, Zutano, Topa Topa y Mexicano), y el factor B, correspondiente a la variedad de injerto, con dos niveles (Hass y Fuerte). La combinación de ambos factores generará un total de ocho tratamientos experimentales.

La aplicación de este diseño permitió evaluar tanto los efectos individuales de los patrones y las variedades de injerto como la interacción entre ambos factores,

considerando que la respuesta productiva y económica de las plantas podría variar según la combinación patrón–injerto utilizada (Cervantes Sandoval, 2020). Los tratamientos serán evaluados en función del comportamiento productivo de los patrones, el desempeño de las plantas injertadas y la rentabilidad económica obtenida.

3.3.1. Tratamientos evaluados

Los ocho tratamientos en estudio resultó de la combinación de los cuatro patrones con las dos variedades, conforme se detalla en la Tabla 5. Cada tratamiento será identificado con un código (T1 a T8) que facilitará su referencia a lo largo del análisis. Los tratamientos comprenderán las combinaciones Antillano + Hass, Antillano + Fuerte, Zutano + Hass, Zutano + Fuerte, Topa Topa + Hass, Topa Topa + Fuerte, Mexicano + Hass y Mexicano + Fuerte.

3.3.2. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias

Para determinar la significancia estadística de los efectos principales y de la interacción se aplicó el análisis de varianza (ANVA) factorial, técnica que descompone la variabilidad total en los componentes atribuibles a los factores, su interacción y el error aleatorio (Cervantes Sandoval, 2020).

Previamente se verificará el cumplimiento de los supuestos del ANVA: la normalidad de los residuos, mediante la prueba de Shapiro-Wilk, y la homogeneidad de varianzas, mediante la prueba de Levene. Cuando el ANVA detecte diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), se efectuará la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey al 5 % de significancia, que permitirá identificar entre cuáles tratamientos o niveles existen diferencias y conformar grupos homogéneos. En el caso de variables de naturaleza ordinal, como el vigor del injerto, que no cumplan el supuesto de normalidad, se recurrirá a la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y, de hallarse diferencias, a la prueba de Dunn con corrección de Bonferroni.

3.4. Ámbito temporal y espacial

3.4.1. Ámbito temporal

La presente investigación se desarrolló durante el período comprendido entre los meses de diciembre de 2025 y junio de 2026, tiempo en el cual se ejecutarán las actividades correspondientes a la instalación, manejo y evaluación del experimento. Durante este período se realizarán las labores de obtención y propagación de los patrones, injertación de las variedades Hass y Fuerte, manejo de vivero, recolección de datos de las variables en estudio y análisis de la información obtenida.

El ámbito temporal ha sido establecido considerando el ciclo de producción de los patrones y el tiempo requerido para evaluar el prendimiento del injerto, el crecimiento vegetativo de las plantas y los indicadores económicos asociados al proceso de producción de plantones injertados de palta. Asimismo, este periodo permitirá realizar evaluaciones periódicas que garanticen la obtención de información confiable para el cumplimiento de los objetivos de la investigación.

Tabla 4 *Ubicación geográfica y condiciones agroecológicas del lugar de ejecución*

Parámetro	Descripción		
Región	Ayacucho		
Provincia	Huanta		
Distrito	Luricocha		
Latitud (aprox.)	12°54′ S		
Longitud (aprox.)	74°15′ O	Altitud (aproximada)	2580 m s. n. m.
Clima	Templado de valle interandino, con estación seca y húmeda diferenciadas		
Temperatura media	18–20 °C (aproximada)		
Suelo	Franco a franco arenoso, de buena fertilidad y drenaje		

Nota. Las coordenadas, la altitud y los valores climáticos son aproximados y deberán ajustarse con datos de la estación meteorológica más cercana y del registro de campo (SENAMHI) al momento de la ejecución.

Figura 1

Ubicación geográfica del área de estudio en el distrito de Luricocha, provincia de Huanta, región Ayacucho.



Nota. Imagen satelital que muestra la ubicación del área de estudio en el distrito de Luricocha, provincia de Huanta, región Ayacucho. Fuente: Google Earth (2026).

3.4.2. Ámbito espacial

La fase experimental se ejecutó en un vivero ubicado en el distrito de Luricocha, provincia de Huanta, región Ayacucho, en la sierra sur del Perú. El distrito de Luricocha se localiza en el valle interandino de Huanta, reconocido históricamente como la principal zona productora de palta de la región.

3.5. Población y muestra

3.5.1 Población

La población experimental estaba constituida por 800 plantones de palto injertados producidos en el vivero durante el período de estudio, correspondientes a las combinaciones de los cuatro patrones y las dos variedades evaluadas. Esta población comprenderá las plantas obtenidas a partir de patrones propagados por semilla e injertados con las variedades Hass y Fuerte bajo las condiciones de manejo establecidas en el experimento.

3.5.2 Muestra

La muestra experimental estaba conformada por 10 porciento de las unidades experimentales efectivamente evaluadas, seleccionadas mediante asignación aleatoria conforme al Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial 4 × 2. Cada tratamiento contará con diez repeticiones (n = 10), de modo que el número total de unidades experimentales evaluadas será de ochenta, resultado de multiplicar los ocho tratamientos por las diez repeticiones.

3.6. Variables de estudio

3.6.1 Variable independiente:

La variable independiente estaba constituida por la propagación de patrones en combinación con la variedad de injerto, operacionalizada a través de dos factores: el patrón o portainjerto, con cuatro niveles (Antillano, Zutano, Topa Topa y Mexicano), y la variedad, con dos niveles (Hass y Fuerte).

3.6.2 Variables dependientes:

Las variables dependientes corresponde a los indicadores del comportamiento productivo y del desempeño del injerto: la altura de planta (cm), el diámetro del tallo (mm), la longitud de raíz (cm), el número de hojas (unidades), el porcentaje de prendimiento (%), la supervivencia del injerto (%) y el nivel de vigor del injerto (escala ordinal). Adicionalmente, se evaluarán variables económicas: el costo de producción, el ingreso bruto, la utilidad neta, la relación beneficio/costo y la rentabilidad neta porcentual.

3.7. Tratamientos en estudio

Los tratamientos resultarán del cruce del factor patrón (cuatro niveles) con el factor variedad (dos niveles), conformando ocho combinaciones identificadas con los códigos T1 a T8, según se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5 *Tratamientos en estudio según el arreglo factorial 4 × 2*

Código	Tratamiento (patrón + variedad)	Factor A: Patrón	Factor B: Variedad
T1	Antillano + Hass	Antillano	Hass
T2	Antillano + Fuerte	Antillano	Fuerte
T3	Zutano + Hass	Zutano	Hass
T4	Zutano + Fuerte	Zutano	Fuerte
T5	Topa Topa + Hass	Topa Topa	Hass
T6	Topa Topa + Fuerte	Topa Topa	Fuerte
T7	Mexicano + Hass	Mexicano	Hass
T8	Mexicano + Fuerte	Mexicano	Fuerte

Nota. Factor A (patrón): 4 niveles; Factor B (variedad): 2 niveles. Total: 8 tratamientos.

3.8. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.8.1 Técnicas

La técnica principal de recolección de datos fue la observación directa y la medición sistemática de las unidades experimentales en el vivero. La observación permitió registrar variables cualitativas, como el vigor del injerto y el prendimiento, mientras que la medición permitió cuantificar variables como la altura de planta, el diámetro del tallo, la longitud de raíz y el número de hojas. Complementariamente, se empleó la técnica de análisis documental para recopilar información relacionada con los costos requeridos para la evaluación económica.

Tabla 6 *Técnicas, instrumentos y frecuencia de evaluación por variable*

Variable	Instrumento	Frecuencia de evaluación
Altura de planta	Regla / wincha graduada (cm)	Al final del período de evaluación
Diámetro del tallo	Vernier o pie de rey (mm)	Al final del período de evaluación
Longitud de raíz	Regla / wincha graduada (cm)	Al final del período de evaluación
Número de hojas	Conteo directo y ficha de registro	Al final del período de evaluación
Prendimiento	Ficha de registro / conteo	A los 30 días después del injerto
Supervivencia	Ficha de registro / conteo	Al final del ensayo
Vigor del injerto	Escala visual ordinal (1–5)	Al final del período de evaluación

Variables económicas	Registro de costos / hoja de cálculo	Al cierre del ensayo

Nota. La frecuencia de evaluación es referencial y podrá ajustarse según el cronograma de campo. Elaboración propia.

3.8.2 Instrumentos

Los instrumentos de recolección de datos comprendieron fichas de registro y cuadernos de campo, diseñados para cada variable de estudio, así como instrumentos de medición física. La Tabla 6 presenta los instrumentos utilizados y la frecuencia de evaluación establecida para cada variable.

3.8.3 Procedimiento experimental

3.8.3.1 Obtención de semillas para patrones

Se obtuvieron semillas de los patrones Antillano, Zutano, Topa Topa y Mexicano a partir de frutos sanos y maduros procedentes de árboles madre seleccionados, los cuales presentaron buen estado fitosanitario. Se priorizó el empleo de semillas de mayor tamaño, debido a que estas presentaron una mayor cantidad de reservas que favorecieron el desarrollo inicial de las plántulas. Posteriormente, las semillas fueron desinfectadas con la finalidad de prevenir la incidencia de patógenos, especialmente de *Phytophthora cinnamomi*.

3.8.3.2 Preparación del sustrato

Se preparó un sustrato con características adecuadas de porosidad, aireación y drenaje para el desarrollo del palto, mediante la combinación de tierra agrícola, materia orgánica descompuesta y arena en proporciones previamente establecidas. El sustrato fue desinfectado y posteriormente colocado en bolsas de vivero de capacidad apropiada, procurando evitar condiciones de exceso de humedad e hipoxia que pudieran afectar el desarrollo del sistema radicular.

3.8.3.3 Siembra y manejo de patrones

Las semillas fueron sembradas en las bolsas que contenían el sustrato preparado, manteniendo condiciones adecuadas de humedad y temperatura

para favorecer la germinación. Durante el crecimiento de los patrones se realizaron labores de riego, control de malezas, fertilización y manejo fitosanitario preventivo. Estas actividades se mantuvieron hasta que las plántulas alcanzaron las condiciones de crecimiento y el diámetro de tallo adecuados para realizar la injertación.

3.8.3.4 Selección de púas o varetas

Las púas o varetas correspondientes a las variedades Hass y Fuerte fueron seleccionadas de plantas madre sanas y productivas. Se eligieron ramas de uno a dos años de edad, procedentes de la parte media de la copa y con adecuada exposición, considerando características apropiadas para garantizar la viabilidad de las yemas. Las varetas fueron recolectadas en un estado fisiológico adecuado y conservadas bajo condiciones apropiadas hasta el momento de realizar la injertación.

3.8.3.5 Proceso de injertación

La injertación se realizó cuando los patrones alcanzaron el desarrollo apropiado y presentaron condiciones fisiológicas favorables para la unión de los tejidos. Se empleó la técnica de injertación establecida para el experimento, procurando lograr un adecuado alineamiento de las zonas cambiales del patrón y de la vareta. La zona de unión fue protegida frente a la deshidratación mediante el atado y encintado correspondiente. Asimismo, el proceso de injertación se efectuó bajo condiciones ambientales favorables para el establecimiento de la unión entre el patrón y la variedad injertada.

3.8.3.6 Manejo de vivero

Después de la injertación, las plantas fueron mantenidas bajo condiciones de sombreado parcial y humedad controlada, con la finalidad de favorecer el prendimiento de los injertos. Se realizaron labores de riego, deshierbe, control fitosanitario, eliminación de brotes procedentes del patrón y monitoreo periódico de la zona de unión del injerto. Estas actividades permitieron mantener condiciones adecuadas para el desarrollo y

establecimiento de las plantas injertadas. El manejo cuidadoso del vivero resultará determinante para asegurar elevados porcentajes de prendimiento y un adecuado vigor de las plantas (Restrepo-Osorio et al., 2026).

3.8.3.7 Evaluación de variables

La evaluación de las variables se realizó de acuerdo con la frecuencia establecida en la Tabla 6. Las variables relacionadas con el crecimiento fueron registradas durante el período experimental, mientras que el porcentaje de prendimiento fue evaluado a los 30, 60 y 90 días después de la injertación. La supervivencia, el vigor del injerto, la longitud de raíz y las variables económicas fueron determinadas al finalizar el período experimental. Todos los datos obtenidos fueron consignados en las fichas de registro y posteriormente sistematizados para su procesamiento y análisis estadístico.

3.9. Procesamiento y análisis de datos

3.9.1 Elaboración de bases de datos

Los datos obtenidos mediante las fichas de campo fueron digitalizados y organizados en una base de datos estructurada en una hoja de cálculo. Cada fila correspondió a una unidad experimental y cada columna a una variable de estudio, incluyendo la identificación del tratamiento, bloque, fecha de evaluación y demás información requerida. Posteriormente, la base de datos fue depurada con la finalidad de detectar y corregir posibles errores de registro antes de realizar el análisis estadístico.

3.9.2 Estadística descriptiva

Para cada variable se calcularon estadísticos descriptivos por tratamiento, incluyendo media, desviación estándar, coeficiente de variación, valores mínimo y máximo. Estos estadísticos permitieron caracterizar el comportamiento de los datos y determinar su variabilidad. Asimismo, se elaboraron representaciones gráficas, como diagramas de cajas, para visualizar la distribución y dispersión de los datos obtenidos.

3.9.3 Análisis de varianza (ANVA)

Previamente a la aplicación del análisis de varianza, se verificaron los supuestos estadísticos de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk y homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene. Posteriormente, se aplicó el análisis de varianza correspondiente al diseño experimental para determinar la significancia de los efectos del tipo de patrón, la variedad de injerto y su interacción sobre las variables dependientes, considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

3.9.4 Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$)

Cuando el análisis de varianza mostró diferencias estadísticamente significativas, se aplicó la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey al 5 % de significancia, con la finalidad de identificar diferencias entre los niveles de los factores y establecer grupos estadísticamente homogéneos. Para las variables de naturaleza ordinal que no cumplieron los supuestos requeridos para el análisis paramétrico, como el vigor del injerto, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis y, cuando se encontraron diferencias significativas, se aplicó la prueba de Dunn con corrección de Bonferroni.

3.9.5 Software estadístico

El procesamiento y análisis estadístico de los datos se realizó mediante software especializado. Se el programa estadístico SPSS, según el procedimiento requerido, para realizar el análisis de varianza, las pruebas de comparación de medias y las pruebas estadísticas no paramétricas.

3.10. Análisis económico

La evaluación económica de los tratamientos se realizó con la finalidad de determinar la viabilidad y rentabilidad de la producción de plantones injertados de palto bajo las diferentes combinaciones de patrón y variedad. Esta evaluación permitió complementar los resultados productivos con indicadores económicos que facilitaron la identificación del tratamiento con mayor eficiencia económica.

3.10.1 Costos fijos y variables

Se identificaron los costos fijos, correspondientes a aquellos que no variaron sustancialmente con el volumen de producción, como la depreciación de la infraestructura y determinados gastos administrativos. Asimismo, se determinaron los costos variables, relacionados directamente con el nivel de producción, principalmente los costos de insumos, materiales y mano de obra empleados durante el proceso de producción de los plantones.

3.10.2 Costo total de producción

El costo total de producción se obtuvo mediante la suma de los costos directos e indirectos correspondientes a cada tratamiento. Los costos directos estuvieron constituidos principalmente por los insumos, materiales y mano de obra, mientras que los costos indirectos comprendieron aquellos gastos necesarios para el funcionamiento del proceso productivo. La estructura de costos permitió determinar la inversión requerida para cada combinación de patrón y variedad.

3.10.3 Ingreso bruto

El ingreso bruto se calculó multiplicando el número de plantones comercializables por el precio de venta unitario correspondiente. Cuando el número de plantones y el precio de venta fueron uniformes entre tratamientos, el ingreso bruto permaneció constante, por lo que las diferencias económicas entre tratamientos estuvieron determinadas principalmente por las variaciones en los costos de producción.

3.10.4 Utilidad neta

La utilidad neta se determinó mediante la diferencia entre el ingreso bruto y el costo total de producción. Este indicador permitió establecer la ganancia económica obtenida en cada tratamiento y comparar la eficiencia económica de las diferentes combinaciones de patrón y variedad.

$$\text{Utilidad neta} = \text{Ingreso bruto} - \text{Costo total de producción}$$

3.10.5 Relación beneficio/costo

La relación beneficio/costo (B/C) se calculó dividiendo el ingreso bruto entre el costo total de producción. Este indicador permitió determinar la conveniencia económica de cada tratamiento. Los valores superiores a 1 indicaron que los ingresos obtenidos fueron mayores que los costos de producción.

B/C = Ingreso bruto / Costo total de producción

3.10.6 Rentabilidad económica (%)

La rentabilidad económica, expresada como porcentaje, se determinó relacionando la utilidad neta con el costo total de producción. Este indicador permitió identificar la combinación patrón–variedad que presentó mayor eficiencia económica durante la producción de plantones de palto.

Rentabilidad neta (%) = (Utilidad neta / Costo total de producción) × 100

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUCIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Estadística descriptiva del comportamiento productivo de los patrones

4.1.1.1. Estdistica descriptiva para altura de planta (cm)

Tabla 7 *Estadísticos descriptivos de la altura de planta según tratamiento*

Tratamiento	Media (cm)	DE	CV (%)	Mín–Máx
Injerto Antillano + Hass	30,85	1,05	3,39	29,12–32,28
Injerto Antillano + Fuerte	31,44	1,57	5,01	29,19–34,15
Injerto Zutano + Hass	31,95	0,97	3,04	30,16–33,31
Injerto Zutano + Fuerte	32,11	1,18	3,68	30,11–33,76
Injerto Topa Topa + Hass	30,93	1,18	3,81	29,21–32,28
Injerto Topa Topa + Fuerte	30,74	1,35	4,40	28,23–32,26
Injerto Mexicano + Hass	30,05	1,53	5,11	28,26–32,30
Injerto Mexicano + Fuerte	28,92	1,29	4,46	27,11–30,31

La Tabla 7 presentó los estadísticos descriptivos de la altura de planta de palto según los tratamientos de injerto evaluados en la investigación. Los resultados

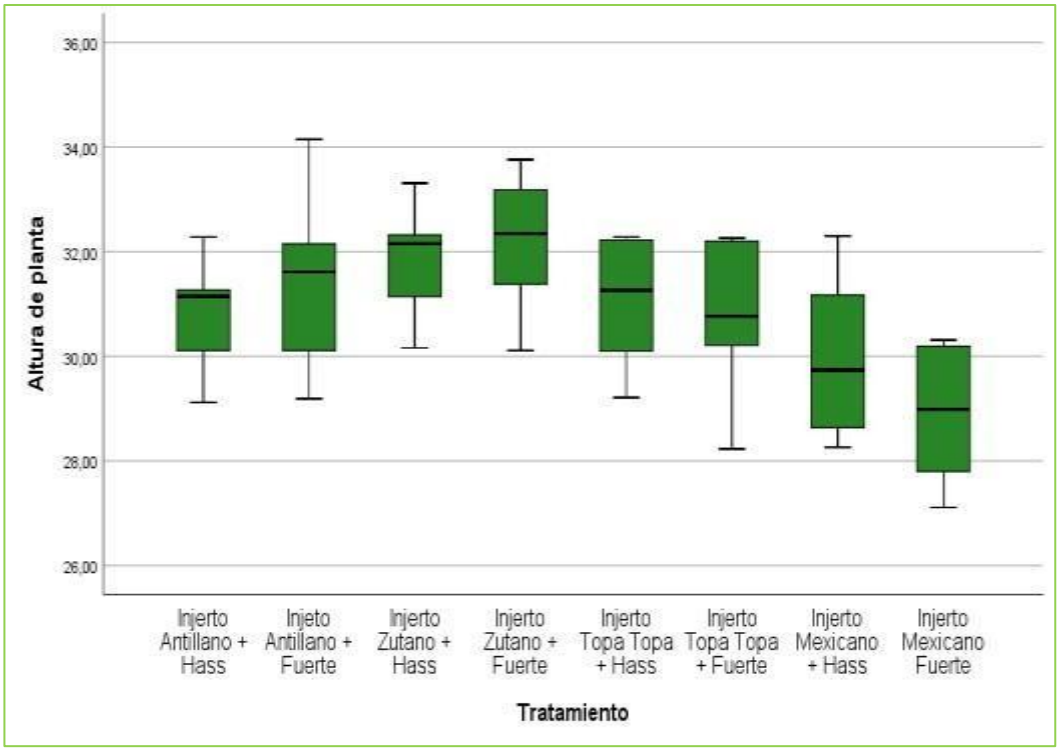
evidenciaron diferencias en el comportamiento de crecimiento vegetativo entre las combinaciones de patrones y variedades de injerto, observándose medias que oscilaron entre 28,92 cm y 32,11 cm.

El tratamiento Injerto Zutano + Fuerte registró la mayor altura promedio de planta con 32,11 cm, seguido por Injerto Zutano + Hass con 31,95 cm, lo que indicó un mejor desempeño vegetativo de los injertos establecidos sobre el patrón Zutano. Por el contrario, el tratamiento Injerto Mexicano + Fuerte presentó la menor media con 28,92 cm, evidenciando un menor crecimiento en altura respecto a los demás tratamientos. Asimismo, los tratamientos Injerto Antillano + Fuerte e Injerto Topa Topa + Hass mostraron medias intermedias de 31,44 cm y 30,93 cm, respectivamente.

En relación con la dispersión de los datos, las desviaciones estándar variaron entre 0,97 cm y 1,57 cm, indicando una variabilidad moderada entre las observaciones experimentales. El tratamiento Injerto Zutano + Hass presentó la menor desviación estándar (DE = 0,97 cm), lo que reflejó mayor uniformidad en la altura de planta; mientras que Injerto Antillano + Fuerte mostró la mayor dispersión de los datos (DE = 1,57 cm). De manera similar, los coeficientes de variación fluctuaron entre 3,04 % y 5,11 %, valores considerados bajos, lo cual evidenció adecuada homogeneidad experimental y precisión en las mediciones realizadas. El menor coeficiente de variación correspondió a Injerto Zutano + Hass (3,04 %), mientras que el mayor se observó en Injerto Mexicano + Hass (5,11 %).

Respecto a los valores mínimos y máximos, las alturas de planta oscilaron entre 27,11 cm y 34,15 cm. El valor máximo absoluto fue registrado por el tratamiento Injerto Antillano + Fuerte, mientras que el mínimo correspondió a Injerto Mexicano + Fuerte. Estos resultados sugieren que las combinaciones injertadas sobre patrones Zutano y Antillano favorecieron un mayor desarrollo vegetativo en comparación con los tratamientos injertados sobre patrón mexicano.

Figura 2 *Diagrama de cajas de la altura de planta según los tratamientos de injerto evaluados.*



Por otra parte, la Figura 2, correspondiente al diagrama de cajas de la altura de planta según tratamientos, permitió visualizar la distribución y variabilidad de los datos. Se observó que los tratamientos Injerto Zutano + Fuerte e Injerto Zutano + Hass presentaron medianas superiores respecto a los demás tratamientos, confirmando la tendencia observada en las medias. Asimismo, las cajas relativamente compactas evidenciaron una dispersión moderada y una distribución homogénea de los datos en la mayoría de tratamientos. Los tratamientos Injerto Mexicano + Hass e Injerto Mexicano + Fuerte mostraron medianas inferiores y mayor amplitud en la distribución de los datos, reflejando menor crecimiento y mayor variabilidad relativa.

En conclusión, los tratamientos que emplearon el patrón Zutano, especialmente en combinación con la variedad Fuerte, presentaron los mayores valores de altura de planta y una variabilidad reducida, evidenciando un comportamiento agronómico favorable para la propagación de plantas de palto en las condiciones de Luricocha.

4.1.1.2. Estdistica descriptiva para diámetro del tallo (mm)

La Tabla 8 presenta los estadísticos descriptivos correspondientes al diámetro del tallo de las plantas de palto obtenidas mediante diferentes combinaciones de patrón y variedad de injerto. Los resultados evidencian que las medias del diámetro del tallo oscilaron entre 6,512 mm y 7,163 mm, lo que indica diferencias en el crecimiento vegetativo de las plantas según los tratamientos evaluados. El mayor diámetro promedio se registró en el tratamiento Injerto Zutano + Fuerte (7,163 mm), seguido por Injerto Topa Topa + Hass (7,051 mm) e Injerto Antillano + Fuerte (6,942 mm). En contraste, el tratamiento Injerto Antillano + Hass presentó el menor valor promedio (6,512 mm). Estos resultados sugieren que determinadas combinaciones patrón–variedad favorecieron un mayor desarrollo del tallo durante la fase de evaluación.

La variabilidad de los datos fue relativamente baja, como lo demuestran los coeficientes de variación (CV), cuyos valores fluctuaron entre 5,44 % y 10,12 %. Según los criterios comúnmente aceptados en investigaciones agronómicas, estos valores indican una adecuada homogeneidad experimental y una buena precisión de las mediciones realizadas. El tratamiento Topa Topa + Fuerte presentó la mayor variabilidad relativa (CV = 10,12 %), mientras que mexicano + Hass mostró la menor dispersión (CV = 5,44 %), evidenciando una mayor uniformidad entre las observaciones.

Tabla 8 *Estadísticos descriptivos del diámetro del tallo (mm) de planta según tratamiento*

Tratamiento	Media (cm)	DE	CV (%)	Mín–Máx
Injerto Antillano + Hass	6,512	0,443	6,80	5,51 – 7,13
Injerto Antillano + Fuerte	6,942	0,578	8,32	5,84 – 7,71
Injerto Zutano + Hass	6,879	0,428	6,23	6,09 – 7,54
Injerto Zutano + Fuerte	7,163	0,487	6,80	6,47 – 7,81
Injerto Topa Topa + Hass	7,051	0,482	6,84	6,37 – 7,89
Injerto Topa Topa + Fuerte	6,690	0,677	10,12	6,08 – 7,92
Injerto Mexicano + Hass	6,829	0,372	5,44	6,36 – 7,60
Injerto Mexicano + Fuerte	6,732	0,389	5,78	6,26 – 7,59

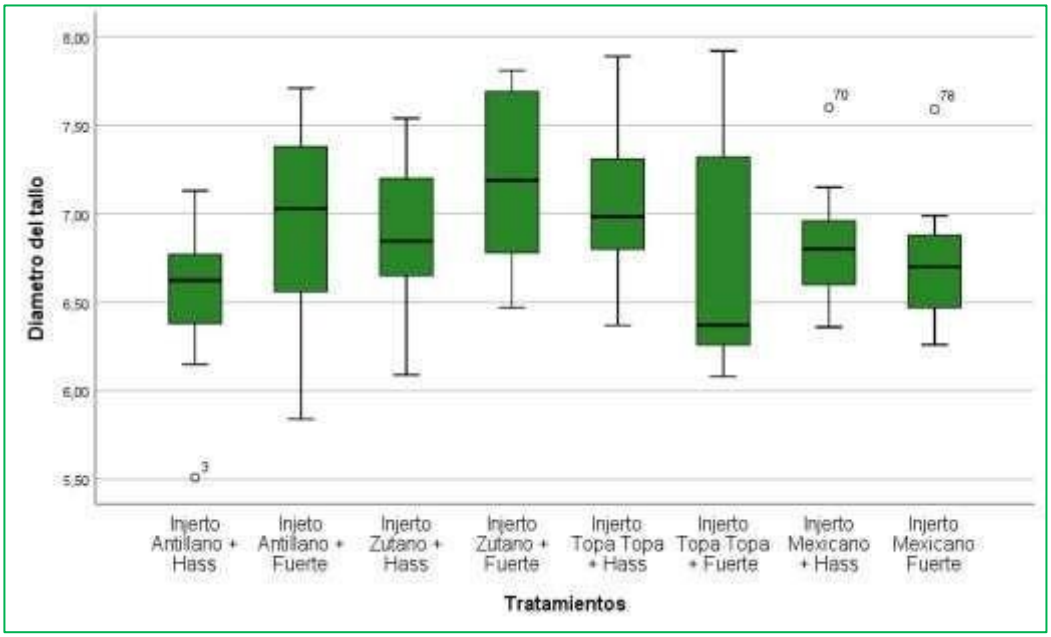
Por otra parte, la Figura 3, correspondiente al diagrama de cajas del diámetro del tallo, permite visualizar la distribución de los datos para cada tratamiento. De manera general, las medianas observadas muestran una tendencia consistente con las medias presentadas en la Tabla 3, destacando los tratamientos Zutano + Fuerte

y Topa Topa + Hass por presentar valores centrales superiores respecto a los demás tratamientos. Asimismo, la amplitud de las cajas y la longitud de los bigotes indican una dispersión moderada de los datos, sin evidenciar variaciones extremas entre las observaciones.

El diagrama de cajas también permite apreciar que la mayoría de los tratamientos presentan una distribución relativamente homogénea y una superposición parcial de los rangos intercuartílicos, lo que sugiere similitudes en la respuesta de algunas combinaciones patrón–variedad. Además, no se observan valores atípicos extremos que puedan distorsionar significativamente la distribución de los datos, lo que respalda la consistencia de las mediciones realizadas durante el experimento.

En conjunto, los resultados descriptivos y la representación gráfica indican que las combinaciones de injerto asociadas a los patrones Zutano y Topa Topa tendieron a promover mayores diámetros de tallo, especialmente cuando se combinaron con las variedades Fuerte y Hass, respectivamente. Sin embargo, para determinar si estas diferencias observadas son estadísticamente significativas, es necesario recurrir al análisis inferencial mediante el análisis de varianza (ANOVA) y las pruebas de comparación múltiple de medias correspondientes.

Figura 3 *Diagrama de cajas del diámetro de planta según los tratamientos de injerto evaluados.*



4.1.1.3. Estdistica descriptiva para Longitud de raiz (cm)

La Tabla 9 presenta los estadísticos descriptivos correspondientes a la longitud de raíz de las plantas de palto obtenidas mediante diferentes combinaciones de patrón y variedad de injerto. Los resultados evidencian que la longitud promedio de raíz osciló entre 21,817 cm y 24,061 cm, mostrando variaciones en el desarrollo radicular de las plantas según los tratamientos evaluados. El tratamiento Injerto Antillano + Fuerte registró la mayor longitud promedio de raíz (24,061 cm), seguido por Injerto Zutano + Fuerte (23,968 cm). Estos resultados sugieren que la variedad Fuerte, combinada con los patrones Antillano y Zutano, favoreció un mayor crecimiento del sistema radicular. Por el contrario, el tratamiento Injerto Topa Topa + Fuerte presentó la menor longitud promedio (21,817 cm), indicando un menor desarrollo de las raíces bajo esta combinación.

La dispersión de los datos fue relativamente baja a moderada entre los tratamientos, como lo reflejan los coeficientes de variación (CV), cuyos valores fluctuaron entre 3,51 % y 10,06 %. De acuerdo con los criterios utilizados en investigaciones agronómicas, estos valores evidencian una adecuada precisión experimental y una aceptable uniformidad de las observaciones. El tratamiento Antillano + Fuerte presentó el menor coeficiente de variación (3,51 %), indicando una alta homogeneidad de los datos, mientras que Topa Topa + Hass mostró la mayor variabilidad relativa (10,06 %), aunque dentro de límites aceptables para estudios biológicos. Los valores mínimos y máximos registrados evidencian una amplitud considerable en algunos tratamientos. La menor longitud de raíz observada fue de 17,92 cm en el tratamiento Topa Topa + Hass, mientras que la mayor alcanzó 26,29 cm en el mismo tratamiento. Esta amplitud explica el mayor coeficiente de variación registrado para dicha combinación. En contraste, el tratamiento Antillano + Fuerte presentó un rango más reducido (22,79–25,34 cm), lo que confirma una mayor uniformidad en el crecimiento radicular de las plantas.

Tabla 9 *Estadísticos descriptivos de la longitud de raiz (cm) de planta según tratamiento*

Tratamiento	Media (cm)	DE	CV (%)	Mín–Máx
Injerto Antillano + Hass	22,282	1,157	5,19	19,70 – 23,56
Injerto Antillano + Fuerte	24,061	0,845	3,51	22,79 – 25,34
Injerto Zutano + Hass	22,671	1,686	7,44	20,12 – 25,68
Injerto Zutano + Fuerte	23,968	1,231	5,13	21,71 – 25,46

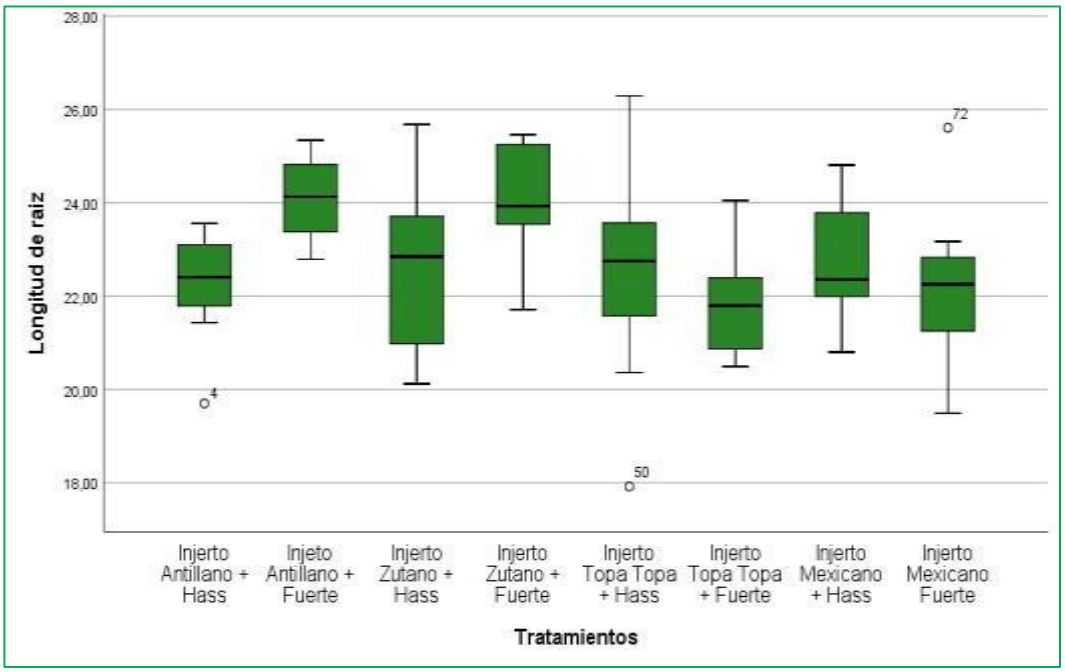
Injerto Topa Topa + Hass	22,469	2,260	10,06	17,92 – 26,29
Injerto Topa Topa + Fuerte	21,817	1,132	5,19	20,49 – 24,05
Injerto Mexicano + Hass	22,627	1,305	5,77	20,80 – 24,81
Injerto Mexicano + Fuerte	22,104	1,694	7,67	19,49 – 25,61

Nota. DE = desviación estándar; CV = coeficiente de variación; Mín–Máx = valores mínimo y máximo observados.

Por su parte, la Figura 4, correspondiente al diagrama de cajas de la longitud de raíz según tratamientos, permite visualizar gráficamente la distribución de los datos y complementar la interpretación descriptiva. En la figura se observa que los tratamientos Antillano + Fuerte y Zutano + Fuerte presentan medianas superiores respecto a los demás tratamientos, corroborando los mayores valores promedio observados en la Tabla 5. Asimismo, las cajas asociadas a estos tratamientos muestran una dispersión relativamente reducida, evidenciando una respuesta más homogénea entre las unidades experimentales. De igual manera, el diagrama de cajas muestra que el tratamiento Topa Topa + Hass posee una mayor amplitud intercuartílica y un rango más amplio de observaciones, reflejando una mayor variabilidad en la longitud de raíz. Sin embargo, no se evidencian valores atípicos extremos que puedan afectar significativamente la distribución de los datos o comprometer la validez de los análisis posteriores.

Figura 4

Diagrama de cajas de la longitud de raiz de planta según los tratamientos de injerto evaluados.



4.1.1.4. Estadistica descriptiva para el número de hojas (unid.)

Tabla 10 *Estadísticos descriptivos del número de hojas de planta según tratamiento*

Tratamiento	Media	DE	CV (%)	Mín–Máx
Injerto Antillano + Hass	8,920	0,836	9,38	7,90 – 10,50
Injerto Antillano + Fuerte	9,590	0,743	7,75	8,30 – 10,70
Injerto Zutano + Hass	9,070	0,739	8,15	7,90 – 10,30
Injerto Zutano + Fuerte	10,160	0,796	7,84	8,70 – 11,10
Injerto Topa Topa + Hass	9,540	1,245	13,05	7,20 – 11,30
Injerto Topa Topa + Fuerte	8,490	0,612	7,21	7,60 – 9,50
Injerto Mexicano + Hass	9,280	0,925	9,96	7,80 – 10,50
Injerto Mexicano + Fuerte	9,240	0,488	5,28	8,20 – 9,90

Nota. DE = desviación estándar; CV = coeficiente de variación; Mín–Máx = valores mínimo y máximo observados.

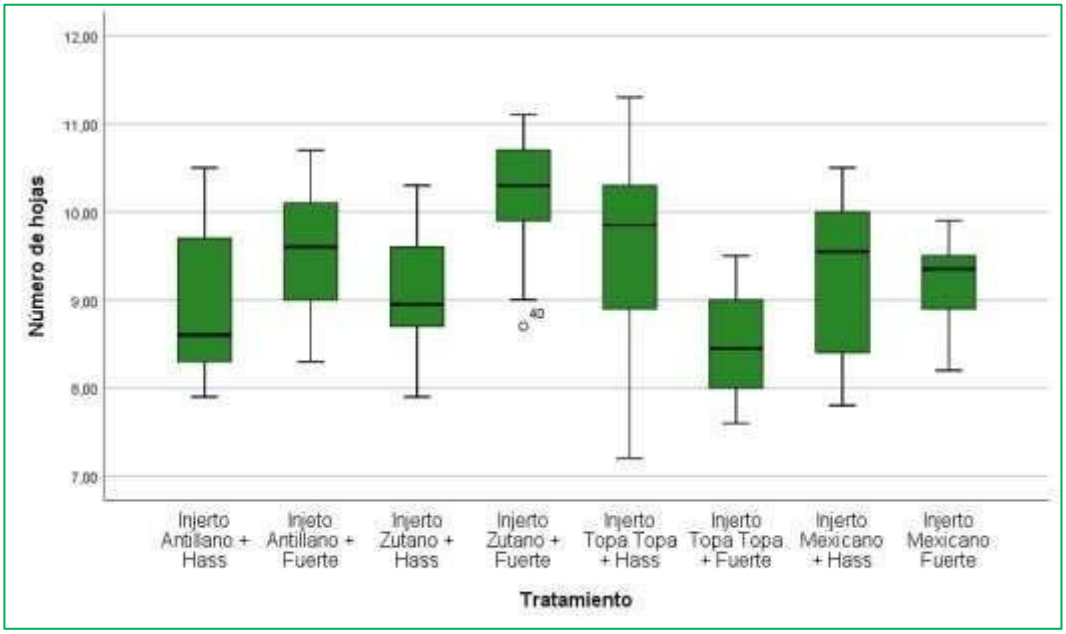
La Tabla 10 presenta los estadísticos descriptivos correspondientes al número de hojas desarrolladas por las plantas de palto en los diferentes tratamientos de injerto evaluados. Los resultados evidencian que el número promedio de hojas osciló entre 8,49 y 10,16 hojas por planta, reflejando variaciones en el crecimiento vegetativo según la combinación de patrón y variedad utilizada. El tratamiento Injerto Zutano + Fuerte registró el mayor número promedio de hojas (10,16 hojas), seguido por Injerto Antillano + Fuerte (9,59 hojas) e Injerto Topa Topa + Hass (9,54

hojas). Estos resultados sugieren que dichas combinaciones favorecieron una mayor emisión foliar y, por ende, un mejor desarrollo vegetativo de las plantas injertadas. En contraste, el tratamiento Injerto Topa Topa + Fuerte presentó la menor media (8,49 hojas), seguido de Injerto Antillano + Hass (8,92 hojas).

La dispersión de los datos fue relativamente baja a moderada entre los tratamientos, tal como lo evidencian los coeficientes de variación (CV), cuyos valores fluctuaron entre 5,28 % y 13,05 %. De acuerdo con los criterios empleados en investigaciones agronómicas, estos valores indican una adecuada precisión experimental y una aceptable uniformidad de las observaciones. El tratamiento Injerto Mexicano + Fuerte mostró la menor variabilidad relativa (CV = 5,28 %), reflejando una mayor homogeneidad en la respuesta de las plantas. Por el contrario, Injerto Topa Topa + Hass presentó el mayor coeficiente de variación (13,05 %), lo que indica una mayor dispersión de los datos respecto a su media. En cuanto al rango de variación, los valores mínimos y máximos oscilaron entre 7,20 y 11,30 hojas. El valor mínimo se registró en el tratamiento Injerto Topa Topa + Hass, mientras que el máximo también correspondió a este mismo tratamiento. Esta amplitud explica la mayor variabilidad observada en dicho grupo experimental.

La Figura 5 mostró diferencias descriptivas en el número de hojas por planta entre los tratamientos de injerto. Injerto Zutano + Fuerte presentó la mayor tendencia central, concordante con la mayor media registrada (10,16 hojas), mientras que Injerto Topa Topa + Fuerte presentó la menor (8,49 hojas). La mayor dispersión correspondió a Injerto Topa Topa + Hass, coincidiendo con su mayor coeficiente de variación (13,05 %) y rango de 7,20–11,30 hojas. En cambio, Injerto Mexicano + Fuerte presentó la menor variabilidad relativa (CV = 5,28 %). Se observó además un valor atípico en Zutano + Fuerte. Estos resultados permitieron apreciar gráficamente la distribución y variabilidad del número de hojas entre los tratamientos, cuya significancia estadística fue determinada mediante el análisis inferencial correspondiente.

Figura 5 *Diagrama de cajas del número de hojas de planta según los tratamientos de injerto evaluados.*



4.1.2. Estadística descriptiva del desempeño productivo de los patrones utilizados en el injerto

4.1.2.1. Estdistica descriptiva para el porcentaje de prendimiento (%)

La Tabla 11 presenta los estadísticos descriptivos correspondientes al porcentaje de prendimiento de las plantas injertadas de palto en función de los tratamientos evaluados. Los resultados muestran que el porcentaje promedio de prendimiento osciló entre 84,27 % y 91,68 %, evidenciando una respuesta favorable de las combinaciones patrón–variedad estudiadas, ya que todos los tratamientos alcanzaron valores superiores al 80 %. El tratamiento Injerto Zutano + Fuerte registró el mayor porcentaje promedio de prendimiento (91,677 %), lo que indica una elevada compatibilidad entre el patrón Zutano y la variedad Fuerte, favoreciendo el éxito de la unión injerto–patrón. Le siguieron los tratamientos Injerto Antillano + Fuerte (87,808 %) e Injerto Topa Topa + Hass (87,442 %), que también mostraron altos niveles de prendimiento. Por el contrario, el tratamiento Injerto Topa Topa + Fuerte presentó la menor media (84,268 %), aunque este valor continúa siendo considerado satisfactorio desde el punto de vista productivo. En relación con la variabilidad de los datos, los coeficientes de variación (CV) fluctuaron entre 1,68 % y 5,83 %, valores que indican una variabilidad baja y una adecuada uniformidad experimental. El tratamiento Injerto Mexicano + Hass

presentó la menor variabilidad relativa (CV = 1,68 %), evidenciando una respuesta altamente homogénea entre las plantas evaluadas. En contraste, Injerto Topa Topa + Fuerte mostró el mayor coeficiente de variación (CV = 5,83 %), aunque este valor sigue considerándose bajo y refleja una dispersión reducida de los datos. Respecto al rango de observaciones, los valores mínimos y máximos oscilaron entre 77,65 % y 95,77 %. El mayor valor registrado correspondió al tratamiento Injerto Zutano + Fuerte, mientras que el menor se observó en Injerto Topa Topa + Fuerte.

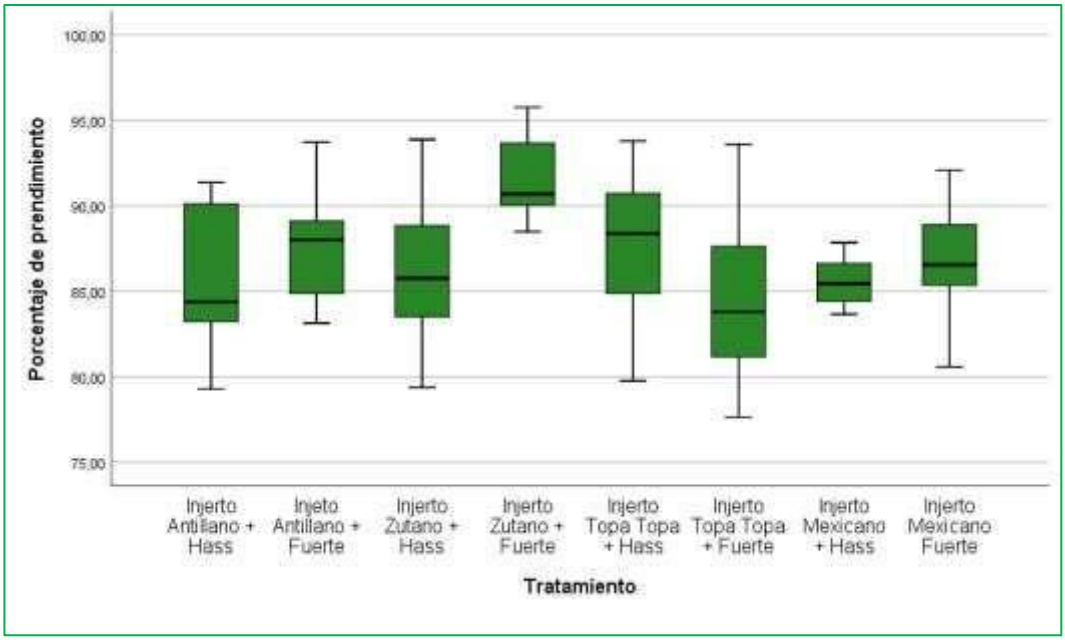
Tabla 11 *Estadísticos descriptivos para el porcentaje de prendimiento de planta según tratamiento*

Tratamiento	Media (%)	DE	CV (%)	Mín–Máx
Injerto Antillano + Hass	85,553	3,998	4,67	79,29 – 91,36
Injerto Antillano + Fuerte	87,808	3,408	3,88	83,14 – 93,72
Injerto Zutano + Hass	85,935	4,217	4,91	79,37 – 93,88
Injerto Zutano + Fuerte	91,677	2,591	2,83	88,49 – 95,77
Injerto Topa Topa + Hass	87,442	4,649	5,32	79,76 – 93,79
Injerto Topa Topa + Fuerte	84,268	4,910	5,83	77,65 – 93,61
Injerto Mexicano + Hass	85,627	1,442	1,68	83,66 – 87,85
Injerto Mexicano + Fuerte	86,489	3,718	4,30	80,58 – 92,09

Nota. DE = desviación estándar; CV = coeficiente de variación; Mín–Máx = valores mínimo y máximo observados.

La Figura 6 evidencia que todos los tratamientos alcanzaron porcentajes de prendimiento superiores al 80 % en promedio, destacando Injerto Zutano + Fuerte como la combinación con mayor porcentaje de prendimiento (91,68 %), mientras que Injerto Topa Topa + Fuerte presentó el menor valor (84,27 %). La relativa compactación de las cajas confirma una baja variabilidad experimental, particularmente en Injerto Mexicano + Hass, mientras que la mayor dispersión correspondió a Injerto Topa Topa + Fuerte. Por tanto, el diagrama de cajas respalda visualmente los resultados descriptivos de la Tabla 11 y evidencia un comportamiento favorable y relativamente uniforme del prendimiento entre las diferentes combinaciones de patrón y variedad.

Figura 6 *Diagrama de cajas para el porcentaje de prendimiento de planta según los tratamientos de injerto evaluados.*



4.1.2.2. Estdistica descriptiva para la supervivencia del injerto (%)

Tabla 12 *Estadísticos descriptivos para la supervivencia del injerto según tratamiento*

Tratamiento	Media (%)	DE	CV (%)	Mín–Máx
Injerto Antillano + Hass	88,08	4,26	4,83	82,53–94,26
Injerto Antillano + Fuerte	91,34	1,33	1,45	89,66–93,78
Injerto Zutano + Hass	89,18	3,78	4,23	84,76–95,95
Injerto Zutano + Fuerte	93,66	2,55	2,72	89,50–97,02
Injerto Topa Topa + Hass	91,07	5,88	6,46	79,44–98,14
Injerto Topa Topa + Fuerte	86,55	4,60	5,32	80,46–93,98
Injerto Mexicano + Hass	91,48	2,59	2,83	88,69–96,24
Injerto Mexicano + Fuerte	88,93	2,62	2,95	84,60–91,91

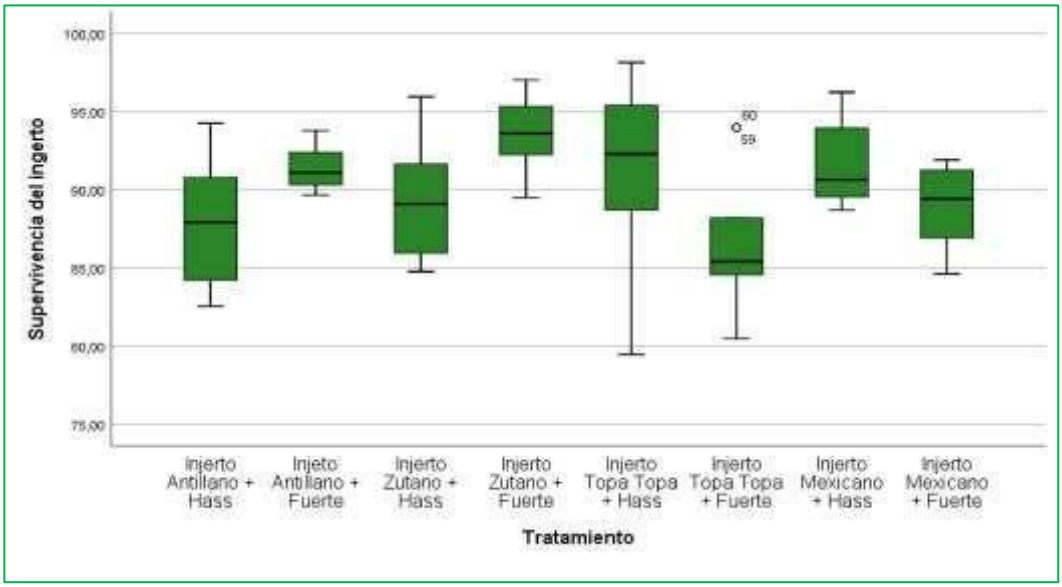
Nota. DE = desviación estándar; CV = coeficiente de variación; Mín–Máx = valores mínimo y máximo observados.

La Tabla 12 presenta los estadísticos descriptivos de la supervivencia del injerto donde el mayor porcentaje promedio de supervivencia se registró en el tratamiento Injerto Zutano + Fuerte, con una media de 93,66 %, seguido por Injerto Mexicano + Hass (91,48 %), Injerto Antillano + Fuerte (91,34 %) e Injerto Topa Topa + Hass (91,07 %). Estos resultados sugieren una mayor capacidad de

establecimiento y permanencia del injerto en dichas combinaciones patrón–variedad. Por el contrario, el tratamiento Injerto Topa Topa + Fuerte presentó la menor supervivencia promedio (86,55 %), seguido de Injerto Antillano + Hass (88,08 %) y Injerto Mexicano + Fuerte (88,93 %).

En relación con la dispersión de los datos, los coeficientes de variación oscilaron entre 1,45 % y 6,46 %, valores considerados bajos en estudios agronómicos, lo que refleja una adecuada uniformidad experimental y una reducida variabilidad dentro de cada tratamiento. El tratamiento Injerto Antillano + Fuerte presentó el menor coeficiente de variación (1,45 %), evidenciando una respuesta altamente homogénea entre las unidades experimentales. En contraste, Injerto Topa Topa + Hass mostró el mayor coeficiente de variación (6,46 %), aunque este valor sigue indicando una variabilidad aceptable. Asimismo, los rangos observados entre los valores mínimos y máximos muestran que la supervivencia del injerto se mantuvo en niveles elevados en todos los tratamientos. El valor máximo correspondió al tratamiento Injerto Topa Topa + Hass (98,14 %), mientras que el valor mínimo se registró en Injerto Topa Topa + Hass (79,44 %), lo que explica la mayor dispersión observada en este tratamiento.

Figura 7 *Diagrama de cajas para la supervivencia del injerto según tratamiento*



La Figura 7, representada mediante diagramas de cajas, complementa la información descriptiva al mostrar la distribución de los datos para cada tratamiento. Se observa que las medianas se encuentran próximas a los valores

medios reportados, lo que indica una distribución relativamente simétrica de los datos. Además, la mayoría de las cajas presentan amplitudes moderadas y una distribución homogénea de los cuartiles, corroborando la baja variabilidad observada en los coeficientes de variación.

El tratamiento Injerto Zutano + Fuerte destaca visualmente por presentar una mediana superior a la de los demás tratamientos y una dispersión relativamente reducida, confirmando su mejor desempeño en términos de supervivencia. Por otro lado, Injerto Topa Topa + Hass exhibe una mayor amplitud de la caja y de los bigotes, lo que refleja una mayor heterogeneidad en la respuesta de las plantas. No obstante, no se aprecian valores atípicos extremos que puedan afectar significativamente la interpretación de los resultados.

4.1.2.3. Estdistica descriptiva para nivel de vigor del injerto

Tabla 13 *Estadísticos descriptivos para nivel de vigor del injerto según tratamiento*

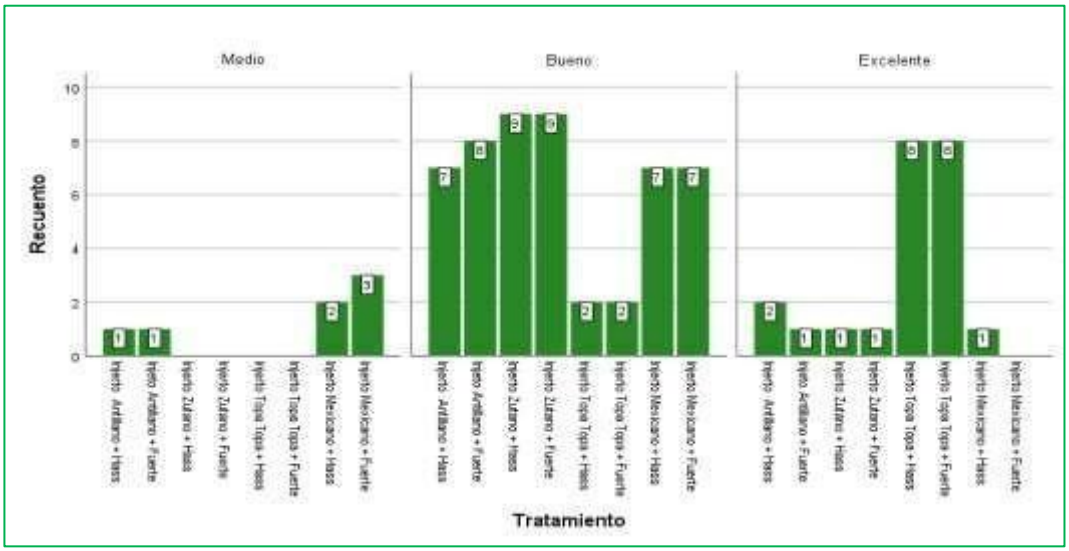
Tratamiento	Media	DE	CV (%)	Mín–Máx
Injerto Antillano + Hass	4,10	0,568	13,85	3–5
Injerto Antillano + Fuerte	4,00	0,471	11,78	3–5
Injerto Zutano + Hass	4,10	0,316	7,71	4–5
Injerto Zutano + Fuerte	4,10	0,316	7,71	4–5
Injerto Topa Topa + Hass	4,80	0,422	8,79	4–5
Injerto Topa Topa + Fuerte	4,80	0,422	8,79	4–5
Injerto Mexicano + Hass	3,90	0,568	14,56	3–5
Injerto Mexicano + Fuerte	3,70	0,483	13,05	3–4

Nota. DE = desviación estándar; CV = coeficiente de variación; Mín–Máx = valores mínimo y máximo observados.

La Tabla 13 y la Figura 8 presentan los resultados descriptivos correspondientes al nivel de vigor del injerto de palta en las diferentes combinaciones patrón-variedad evaluadas en el distrito de Luricocha. El vigor fue valorado mediante una escala visual ordinal de cinco categorías, donde 1 corresponde a muy bajo y 5 a excelente. Los resultados muestran que los tratamientos Injerto Topa Topa + Hass e Injerto Topa Topa + Fuerte registraron los mayores valores promedio de vigor, con una media de 4,80 ± 0,422, ubicándose dentro de la categoría excelente. Estos tratamientos presentaron además una baja

variabilidad relativa (CV = 8,79 %), lo que evidencia una respuesta homogénea entre las unidades experimentales. Los valores observados oscilaron entre 4 y 5 puntos, indicando que la totalidad de las plantas evaluadas alcanzó niveles de vigor clasificados entre buenos y excelentes. Por su parte, los tratamientos Injerto Antillano + Hass, Injerto Zutano + Hass e Injerto Zutano + Fuerte alcanzaron promedios de 4,10 puntos, correspondientes a la categoría bueno, mientras que Injerto Antillano + Fuerte obtuvo una media de 4,00 puntos. En estos tratamientos se observó una variabilidad baja a moderada, con coeficientes de variación comprendidos entre 7,71 % y 13,85 %, lo que refleja una adecuada uniformidad en el comportamiento de los injertos. En contraste, los tratamientos Injerto Mexicano + Hass y Injerto Mexicano + Fuerte presentaron los menores valores promedio de vigor, con medias de 3,90 y 3,70 puntos, respectivamente. Aunque estos valores continúan ubicándose próximos a la categoría bueno, sugieren un desarrollo vegetativo relativamente inferior respecto a los demás tratamientos. Asimismo, estos tratamientos mostraron los coeficientes de variación más elevados (14,56 % y 13,05 %), indicando una mayor dispersión de los datos.

Figura 8 *Distribución de frecuencias de los niveles de vigor del injerto de palta en función de las combinaciones patrón-variedad evaluadas en Luricocha*



Nota. El vigor del injerto fue evaluado mediante una escala visual de cinco categorías: 1 = muy bajo, 2 = bajo, 3 = medio, 4 = bueno y 5 = excelente.

La Figura 8 complementa estos resultados al mostrar la distribución de frecuencias de los niveles de vigor observados en cada tratamiento. Se aprecia que la mayoría de las plantas se concentró en las categorías bueno (4) y excelente (5),

mientras que la categoría medio (3) se presentó con menor frecuencia y no se registraron observaciones en las categorías muy bajo (1) ni bajo (2). Esta distribución evidencia que, en términos generales, todas las combinaciones patrónvariedad permitieron obtener injertos con un adecuado desarrollo vegetativo.

Asimismo, la figura revela una mayor concentración de observaciones en la categoría excelente para los tratamientos Topa Topa + Hass y Topa Topa + Fuerte, corroborando los mayores valores medios obtenidos en la Tabla 3. Por el contrario, los tratamientos basados en el patrón mexicano, especialmente mexicano + Fuerte, presentaron una mayor proporción de plantas clasificadas en la categoría medio, lo que explica sus menores promedios de vigor.

4.1.3. Analizar de la rentabilidad económica de la propagación de plantas de palta injertadas

4.1.3.1. Estdistica descriptiva de los costos de producción de plantones injertados de palto (S/.)

Tabla 14 A*nálisis comparativo de los costos de producción de plantones injertados de palto*

Concepto	ANTILLANO T1 + HASS	ANTILLANO T2 + FUERTE	ZUTANO + T3 HASS	ZUTANO + T4 FUERTE	T5 TOPA TOPA + HASS	T6 TOPA TOPA + FUERTE	MEXICANO T7 + HASS	T8 MEXICANO + FUERTE
A. Costos directos	5940.00	6240.00	6940.00	7240.00	6240.00	6540.00	6140.00	6440.00
A.1 Insumos	3620.00	3920.00	4620.00	4920.00	3920.00	4220.00	3820.00	4120.00
A.2 Mano de obra	2320.00	2320.00	2320.00	2320.00	2320.00	2320.00	2320.00	2320.00
		1297.00	1312.00	1347.00	1362.00			
						1312.00	1327.00	1307.00	1322.00
Costo total de producción		**7237.00**	**7552.00**	**8287.00**	**8602.00**				**7762.00**
						7552.00	**7867.00**	**7447.00**	
B. Costos indirectos								

La Tabla 14 presenta el análisis comparativo de los costos de producción de plantones injertados de palto obtenidos mediante diferentes combinaciones de patrones y variedades comerciales (Hass y Fuerte). En relación con los costos directos, se observa que el tratamiento T4 (Zutano + Fuerte) registró el valor más elevado con S/ 7 240,00, seguido de T3 (Zutano + Hass) con S/ 6 940,00. Por el contrario, el menor costo directo correspondió al tratamiento T1 (Antillano + Hass) con S/ 5 940,00. Estas diferencias estuvieron asociadas principalmente al componente de insumos, cuyos valores oscilaron entre S/ 3 620,00 y S/ 4 920,00,

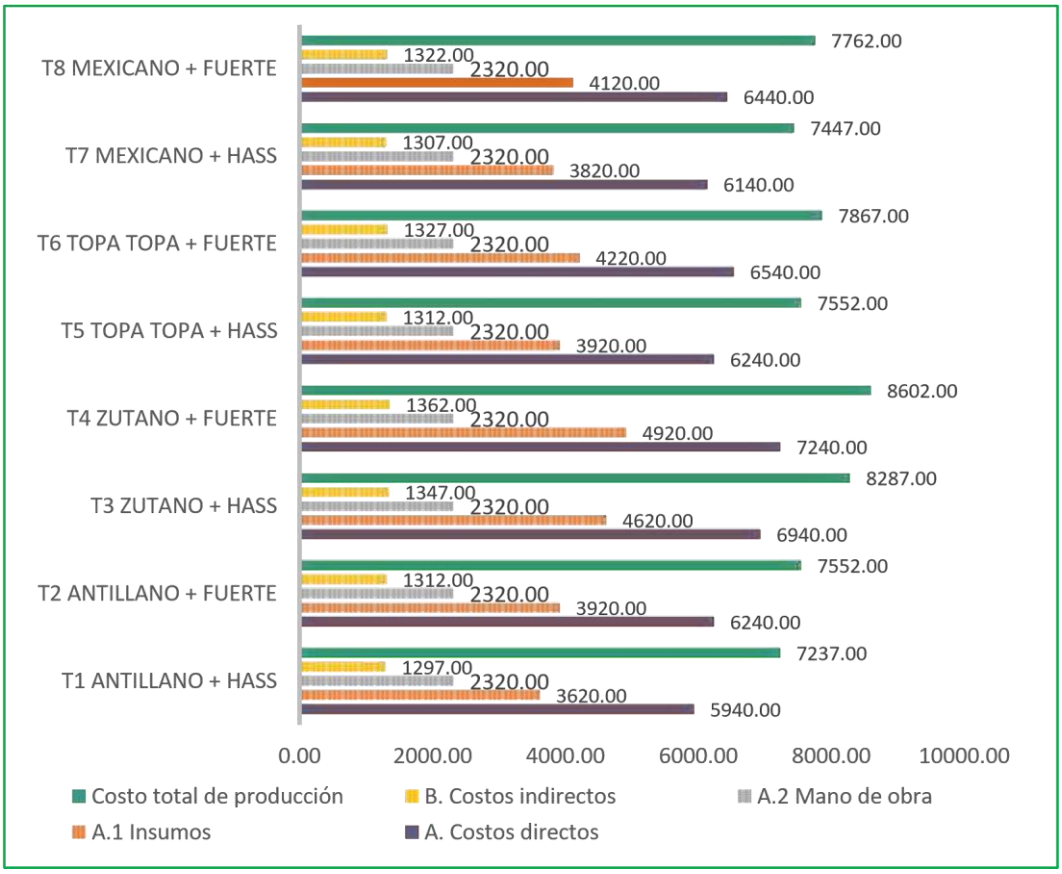
mientras que el costo de mano de obra permaneció constante en todos los tratamientos con un valor de S/ 2 320,00.

Respecto a los costos indirectos, los valores presentaron una menor variabilidad en comparación con los costos directos, fluctuando entre S/ 1 297,00 para el tratamiento T1 y S/ 1 362,00 para el tratamiento T4. Esta relativa uniformidad indica que los gastos administrativos y operativos complementarios tuvieron una incidencia similar en todos los tratamientos evaluados. En cuanto al costo total de producción, el tratamiento T4 (Zutano + Fuerte) alcanzó el valor más alto con S/ 8 602,00, seguido por T3 (Zutano + Hass) con S/ 8 287,00. En contraste, el tratamiento T1 (Antillano + Hass) presentó el menor costo total con S/ 7 237,00, seguido de T7 (Mexicano + Hass) con S/ 7 447,00. Estos resultados evidencian que los tratamientos basados en el patrón Zutano demandaron una mayor inversión económica para la producción de plantones injertados, mientras que los patrones Antillano y Mexicano permitieron reducir los costos de producción.

La Figura 9 complementa esta información al representar gráficamente la distribución de los costos directos, indirectos y totales para cada tratamiento. Se aprecia claramente que los costos directos constituyen la mayor proporción del costo total de producción, representando aproximadamente entre el 82 % y 84 % del total, mientras que los costos indirectos aportan una proporción menor. Asimismo, la tendencia observada en la figura confirma que los tratamientos T3 y T4 registraron los mayores costos de producción, mientras que T1 presentó los valores más bajos.

Desde una perspectiva económica, los resultados sugieren que la elección del patrón influye significativamente en el costo de producción de los plantones injertados. En consecuencia, la evaluación de la rentabilidad de cada tratamiento deberá considerar no solo el nivel de inversión requerido, sino también los porcentajes de prendimiento, supervivencia y calidad final de los plantones obtenidos, a fin de identificar la combinación más eficiente desde el punto de vista productivo y económico.

Figura 9 *Costos directos, costos indirectos y costo total de producción de plantones injertados de palto según tratamiento experimental.*



4.1.3.2. Estdistica descriptiva de la evaluación económica de la producción de plantones injertados de palto (S/.)

La Tabla 15 presenta los principales indicadores de rentabilidad económica de los plantones injertados de palto según las diferentes combinaciones de patrones y variedades Hass y Fuerte. El ingreso bruto fue igual para todos los tratamientos (S/ 13 000,00), debido a que se consideró el mismo volumen y precio de venta. Por ello, las diferencias en la rentabilidad se explican principalmente por las variaciones en los costos de producción. En cuanto a los costos de producción, se observó que el tratamiento T4 (Zutano + Fuerte) presentó el valor más elevado con S/ 8 602,00, seguido por T3 (Zutano + Hass) con S/ 8 287,00. Por el contrario, el menor costo correspondió al tratamiento T1 (Antillano + Hass) con S/ 7 237,00, seguido por T7 (Mexicano + Hass) con S/ 7 447,00. Esta diferencia de costos tuvo un efecto directo sobre los indicadores de rentabilidad obtenidos. Respecto a la rentabilidad neta, el tratamiento T1 (Antillano + Hass) registró el mayor beneficio económico con S/ 5 763,00, seguido por T7 (Mexicano + Hass) con S/ 5 553,00. En contraste, los menores valores se obtuvieron en T4 (Zutano + Fuerte) y T3 (Zutano + Hass), con

utilidades netas de S/ 4 398,00 y S/ 4 713,00, respectivamente. Estos resultados indican que los tratamientos con menores costos de producción generaron mayores márgenes de ganancia.

La relación beneficio/costo (B/C) mostró valores superiores a la unidad en todos los tratamientos, lo que demuestra que la producción de plantones injertados fue económicamente viable en todas las combinaciones evaluadas. El mayor valor correspondió al tratamiento T1 (Antillano + Hass) con una relación B/C de 1,80, lo que significa que por cada sol invertido se obtuvo un retorno bruto de S/ 1,80. Le siguieron los tratamientos T7 (Mexicano + Hass) con 1,75 y T2 (Antillano + Fuerte) con 1,72. Por otro lado, los tratamientos T4 (Zutano + Fuerte) y T3 (Zutano + Hass) registraron las menores relaciones beneficio/costo, con valores de 1,51 y 1,57, respectivamente.

De manera similar, la rentabilidad neta porcentual presentó diferencias importantes entre tratamientos. El valor más alto se obtuvo en T1 (Antillano + Hass) con 79,63 %, seguido de T7 (Mexicano + Hass) con 74,57 % y de los tratamientos T2 (Antillano + Fuerte) y T5 (Topa Topa + Hass) con 72,14 %. En contraste, la menor rentabilidad correspondió a T4 (Zutano + Fuerte) con 51,13 %, seguida de T3 (Zutano + Hass) con 56,87 %. Estos resultados reflejan una menor eficiencia económica de los tratamientos basados en el patrón Zutano.

Tabla 15 *Indicadores de rentabilidad económica de la producción de plantones injertados de palto según tratamiento experimental.*

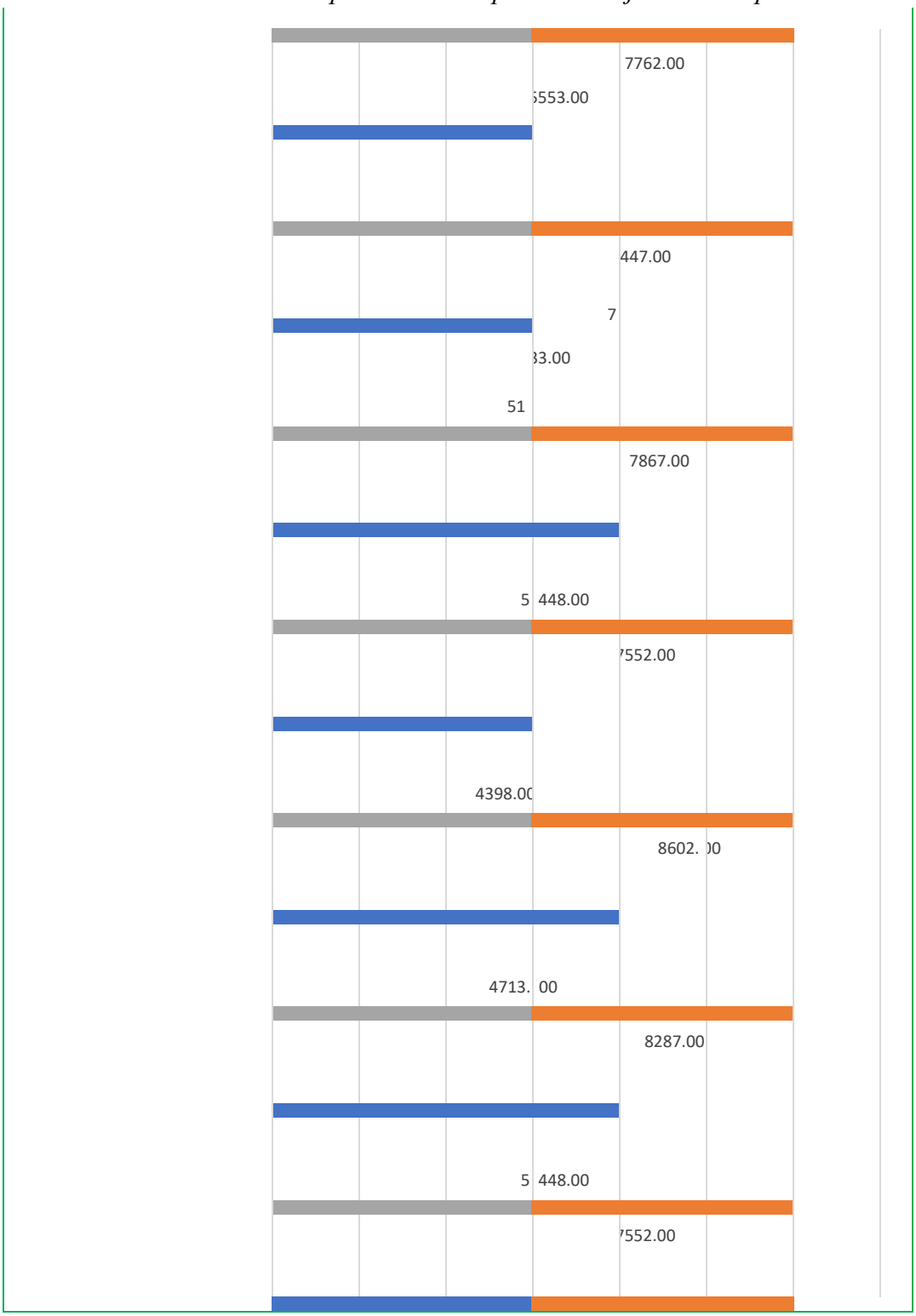
Indicador	T1 ANTILLANO + HASS	T2 ANTILLANO + FUERTE	T3 ZUTANO + HASS	T4 ZUTANO + FUERTE	T5 TOPA TOPA + HASS	T6 TOPA TOPA + FUERTE	T7 MEXICANO HASS	T8 + MEXICANO + FUERTE
Costos de producción (S/.)	7237.00	7552.00	8287.00	8602.00	7552.00	7867.00	7447.00	7762.00
Ingreso bruto (S/.)	13000.00	13000.00	13000.00	13000.00	13000.00	13000.00	13000.00	13000.00
Rentabilidad neta (S/.)	5763.00	5448.00	4713.00	4398.00	5448.00	5133.00	5553.00	5238.00
Relación Beneficio/Costo	1.80	1.72	1.57	1.51	1.72	1.65	1.75	1.67
Rentabilidad neta (%)	79.63	72.14	56.87	51.13	72.14	65.25	74.57	67.48

La Figura 10 muestra comparativamente los costos de producción, ingresos brutos y rentabilidad neta de cada tratamiento. Se aprecia que, pese a mantenerse constante el ingreso bruto, los tratamientos con menores costos de producción

obtuvieron mayores beneficios netos. Asimismo, los tratamientos T3 y T4 destacan por presentar los costos más elevados y las menores utilidades, mientras que T1 y T7 muestran el comportamiento opuesto.

Figura 10

Indicadores económicos de la producción de plantones injertados de palto



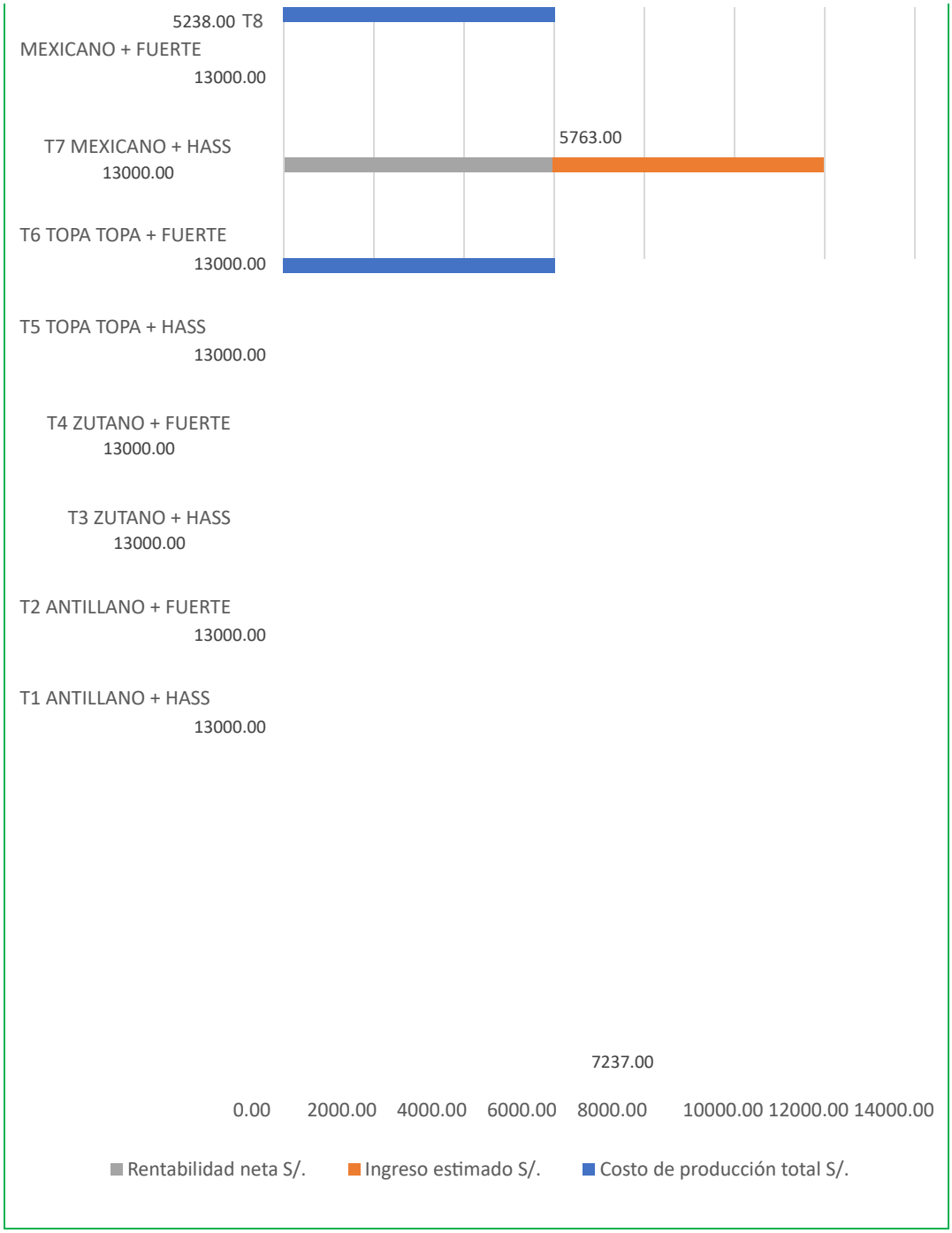
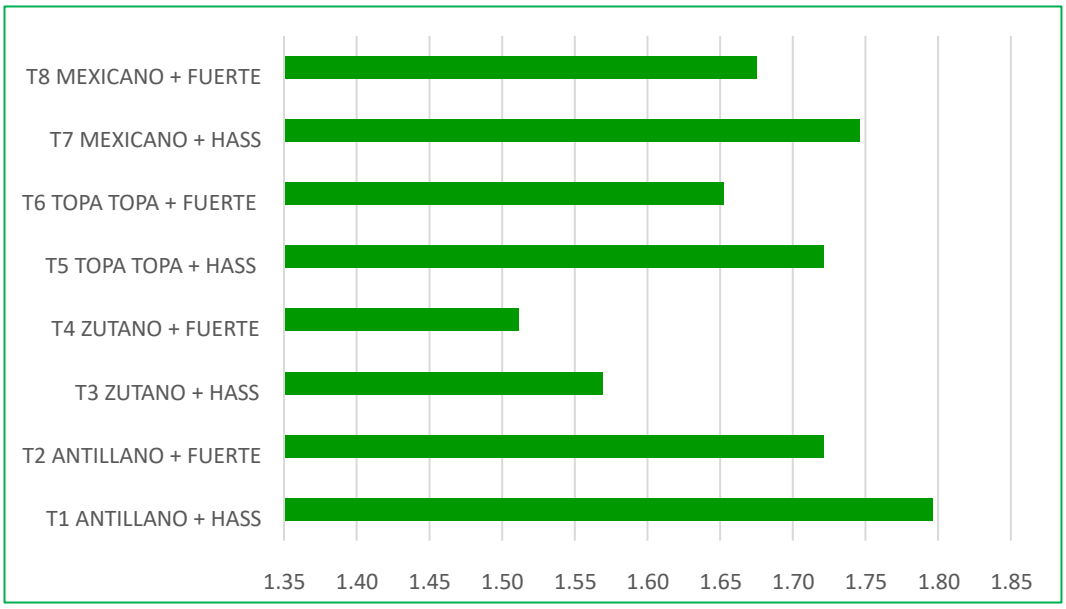
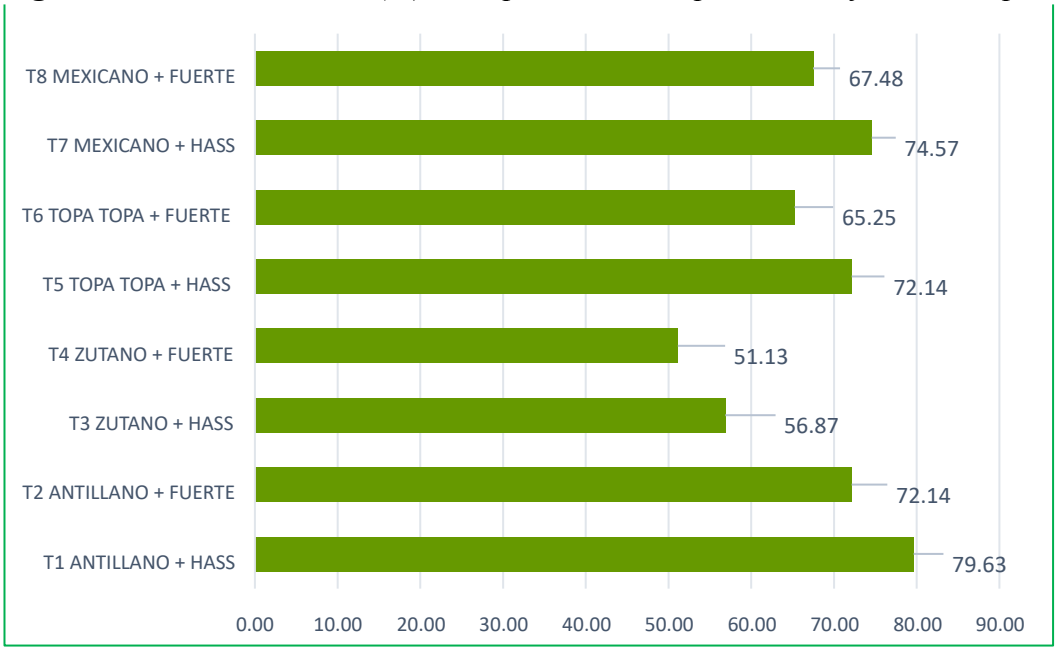


Figura 11 *Relación Beneficio/Costos de la producción de plantones injertados de palto*



Por su parte, la Figura 11 ilustra la relación beneficio/costo de los tratamientos evaluados. Se observa una superioridad económica de las combinaciones Antillano + Hass, Mexicano + Hass y Antillano + Fuerte, cuyos valores de B/C fueron los más altos. Esta tendencia confirma que dichas combinaciones permiten una mejor recuperación de la inversión realizada.

Figura 12 *Rentabilidad neta (%) de la producción de plantones injertados de palto*



Finalmente, la Figura 12 presenta la rentabilidad neta expresada en porcentaje. La distribución de los valores ratifica que los tratamientos con patrón Antillano y Mexicano alcanzaron los mejores resultados económicos, mientras que los tratamientos con patrón Zutano mostraron los niveles más bajos de rentabilidad.

Esta situación podría estar asociada a mayores costos de establecimiento y manejo, que redujeron los márgenes de ganancia obtenidos.

En conjunto, los resultados permiten concluir que el tratamiento T1 (Antillano + Hass) constituyó la alternativa económicamente más eficiente, al presentar el menor costo de producción, la mayor utilidad neta, la relación beneficio/costo más alta (1,80) y la mayor rentabilidad neta (79,63 %). Por el contrario, el tratamiento T4 (Zutano + Fuerte) mostró el desempeño económico menos favorable. Por tanto, bajo las condiciones de Luricocha, las combinaciones basadas en los patrones Antillano y Mexicano presentan mayores ventajas económicas para la producción comercial de plantones injertados de palto.

4.1.4. Análisis estadístico inferencial del comportamiento productivo de los patrones de palto

4.1.4.1. Análisis estadístico inferencial para la altura de planta de los patrones de palto

4.1.4.1.1. Prueba de normalidad para la altura de planta (cm) de los patrones de palto

Hipótesis de la prueba de normalidad

H_0: Los datos presentan distribución normal.
H_1: Los datos no presentan distribución normal.

Nivel de significancia

Se consideró un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

Regla de decisión

Si el valor de significancia (p-valor) es mayor que 0,05 ($p > 0,05$), se acepta la hipótesis nula (H_0), concluyendo que los datos presentan distribución normal.

Si el valor de significancia (p-valor) es menor o igual que 0,05 ($p \leq 0,05$), se rechaza la hipótesis nula (H_0), concluyendo que los datos no presentan distribución normal.

La Tabla 16 presentó los resultados de la prueba de normalidad de ShapiroWilk aplicada a la variable altura de planta en los diferentes tratamientos de injerto de palto. Esta prueba permitió verificar el cumplimiento del supuesto de normalidad de los datos antes de realizar los análisis estadísticos inferenciales. Los resultados mostraron que todos los tratamientos evaluados presentaron valores de significancia (p-valor) superiores al nivel de significancia establecido de 0,05. En el tratamiento Injerto Antillano + Hass se obtuvo un valor de significancia de 0,538; mientras que Injerto Antillano + Fuerte registró 0,589. De igual forma, los tratamientos Injerto Zutano + Hass e Injerto Zutano + Fuerte presentaron valores de 0,591 y 0,790, respectivamente, siendo este último el de mayor aproximación a una distribución normal.

Asimismo, los tratamientos Injerto Topa Topa + Hass e Injerto Topa Topa + Fuerte mostraron valores de significancia de 0,158 y 0,331, respectivamente. Por su parte, Injerto Mexicano + Hass obtuvo un p-valor de 0,254 y el tratamiento Injerto Mexicano + Fuerte registró 0,110. Aunque este último presentó el valor más bajo entre los tratamientos evaluados, continuó siendo superior a 0,05, por lo que no se rechazó la hipótesis nula de normalidad. En consecuencia, se concluyó que los datos de altura de planta presentaron distribución normal en todos los tratamientos evaluados, evidenciando el cumplimiento del supuesto de normalidad requerido para la aplicación de pruebas paramétricas, como el análisis de varianza (ANOVA).

Tabla 16 *Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la altura de planta según tratamientos de injerto de palto.*

Tratamiento	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Injerto Antillano + Hass	,939	10	,538
Injeto Antillano + Fuerte	,943	10	,589
Injerto Zutano + Hass	,943	10	,591
Injerto Zutano + Fuerte	,960	10	,790
Injerto Topa Topa + Hass	,887	10	,158
Injerto Topa Topa + Fuerte	,917	10	,331
Injerto Mexicano + Hass	,906	10	,254
Injerto Mexicano Fuerte	,874	10	,110

4.1.4.1.2. Estadístico de Levene para la altura de planta (cm)

Hipótesis estadísticas

Hipótesis nula (H_0): Las varianzas de los grupos o tratamientos son iguales.

Hipótesis alternativa (H_1): Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Regla de decisión

Si p > 0.05

No se rechaza H_0.

Las varianzas son homogéneas.

Se cumple el supuesto de homocedasticidad.

Si p ≤ 0.05

Se rechaza H_0.

Las varianzas son heterogéneas.

No se cumple el supuesto de homocedasticidad.

Tabla 17 *Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para la altura de planta según tratamientos de injerto de palto*

		Estadístico de Levene	**gl1**	**gl2**	**Sig.**
Altura_de_planta (cm)	Se basa en la media Se basa en la mediana	1,059 1,016	7 7	72 72	,399 ,428
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,016	7	70,015	,428
	Se basa en la media recortada	1,065	7	72	,395

La Tabla 17 presenta los resultados de la prueba de Levene aplicada a la variable altura de planta (cm), con el propósito de verificar el cumplimiento del supuesto de homogeneidad de varianzas entre los tratamientos de injerto de palto evaluados. Este supuesto es indispensable para la aplicación de pruebas paramétricas como el análisis de varianza (ANOVA), ya que permite determinar si la variabilidad de los datos es similar entre los grupos comparados.

Los resultados muestran que el estadístico de Levene basado en la media fue de 1,059, con un valor de significancia de p = 0,399. Asimismo, las pruebas basadas

en la mediana (p = 0,428), la mediana con grados de libertad ajustados (p = 0,428) y la media recortada (p = 0,395) registraron valores de significancia superiores al nivel de α = 0,05. Estos resultados indican que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las varianzas de los tratamientos evaluados.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula de igualdad de varianzas, concluyéndose que la variable altura de planta presenta una dispersión homogénea entre los diferentes tratamientos de injerto de palto. En consecuencia, se cumple el supuesto de homocedasticidad requerido para la aplicación del análisis de varianza, permitiendo realizar comparaciones de medias entre tratamientos con un adecuado nivel de confiabilidad estadística.

En términos prácticos, la similitud en la variabilidad de la altura de planta entre los tratamientos evidencia que las diferencias que puedan detectarse posteriormente mediante ANOVA estarían asociadas principalmente al efecto de los tratamientos y no a variaciones desiguales dentro de los grupos experimentales. Esto fortalece la validez de los análisis inferenciales posteriores en la investigación.

4.1.4.1.3. Analisis de varianza para el contenido para altura de planta materia

Hipótesis estadísticas

H_0: No existen diferencias significativas entre tratamientos.

H_1: Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Criterio de decisión

Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (existen diferencias).

Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0.

Tabla 18 *Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta según tratamientos de injerto de palto*

Fuente de variación	*Suma de cuadrados*	*gl*	*Cuadrado medio*	*F*	*p*
Factor Patrón	67,029	3	22,343	13,597	,000
Factor Variedad	,410	1	,410	,250	,619
F. Patrón * F. Variedad	7,959	3	2,653	1,615	,193
Error	118,312	72	1,643		
Total	193.711	79			

En la Tabla 18 se presenta los resultados donde evidencia que el factor patrón tuvo un efecto altamente significativo sobre la altura de planta ($F = 13,597$; $p < 0,001$), lo que indica que existen diferencias estadísticas entre los patrones evaluados. Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula para este factor y se concluye que al menos uno de los patrones produjo un comportamiento diferencial en el crecimiento de las plantas. Este resultado sugiere que la selección del patrón constituye un factor determinante en el desarrollo vegetativo de los injertos de palto.

Por otro lado, el factor variedad no presentó un efecto significativo sobre la altura de planta ($F = 0,250$; $p = 0,619$), ya que el valor de significancia fue superior al nivel de $\alpha = 0,05$. En consecuencia, se acepta la hipótesis nula para este factor, indicando que las variedades Hass y Fuerte mostraron un comportamiento estadísticamente similar en cuanto a la altura alcanzada durante el periodo de evaluación. Asimismo, la interacción entre patrón y variedad no resultó significativa ($F = 1,615$; $p = 0,193$), lo que demuestra que el efecto de los patrones sobre la altura de planta fue independiente de la variedad utilizada. En otras palabras, la respuesta de las variedades Hass y Fuerte frente a los diferentes patrones evaluados siguió una tendencia similar, sin evidenciar combinaciones específicas que generaran efectos
diferenciados sobre el crecimiento de las plantas.

En términos generales, los resultados permiten concluir que la variación observada en la altura de planta estuvo influenciada principalmente por el tipo de patrón empleado, mientras que la variedad y la interacción patrón × variedad no ejercieron efectos estadísticamente significativos. Debido a que el factor patrón mostró diferencias significativas, se justifica la aplicación de una prueba de comparación múltiple de medias (Tukey, Duncan o LSD) para identificar cuáles de los patrones evaluados presentaron los mejores resultados en altura de planta.

4.1.3.1.4. Prueba Tukey para la altura de planta según tratamientos de injerto de palto

Tabla 19 *Prueba de comparación múltiple de Tukey para la altura de planta según patrones de palto*

Patrón	Altura de planta (cm)	Grupo homogéneo*

Variedad Zutano	32,03	a					
Variedad Antillano	31,15	a	b	Variedad Topa Topa	30,84	b	
Variedad Mexicana	29,48						c

En la Tabla 19 se obesrva la prueba de comparación múltiple de Tukey (α = 0,05) permitió identificar diferencias significativas entre los patrones evaluados respecto a la altura de planta. El patrón Zutano registró la mayor altura promedio (32,03 cm), conformando un grupo homogéneo distinto al patrón mexicana, que presentó la menor altura promedio (29,48 cm). Por su parte, los patrones Topa Topa (30,84 cm) y Antillano (31,15 cm) ocuparon posiciones intermedias y compartieron grupos homogéneos, indicando la ausencia de diferencias estadísticas entre ellos. Asimismo, el patrón Antillano mostró superposición con los grupos de Topa Topa y Zutano, evidenciando un comportamiento intermedio en términos de crecimiento. En conjunto, los resultados indican que los patrones Zutano y Antillano tendieron a presentar mayores alturas de planta, mientras que el patrón mexicano mostró el menor crecimiento vegetativo durante el periodo de evaluación.

4.1.4.2. Estdistica inferencial para el diámetro de planta (cm)

4.1.4.2.1. Prueba de normalidad para el diámetro de planta (cm)

Hipótesis de la prueba de normalidad

H_0: Los datos presentan distribución normal.
H_1: Los datos no presentan distribución normal.

Nivel de significancia

Se consideró un nivel de significancia de α = 0,05.

Regla de decisión

Si el valor de significancia (p-valor) es mayor que 0,05 (p > 0,05), se acepta la hipótesis nula (H_0), concluyendo que los datos presentan distribución normal.

Si el valor de significancia (p-valor) es menor o igual que 0,05 ($p \leq 0,05$), se rechaza la hipótesis nula (H_0), concluyendo que los datos no presentan distribución normal.

La Tabla 20 presenta los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro–Wilk aplicada a la variable diámetro del tallo, con el propósito de verificar el cumplimiento del supuesto de normalidad en cada uno de los tratamientos evaluados. Dado que cada tratamiento estuvo conformado por un tamaño de muestra de 10 observaciones (n = 10), la prueba de Shapiro–Wilk resulta apropiada para evaluar la distribución de los datos.

Los resultados muestran que los tratamientos Injerto Antillano + Hass (p = 0,253), Injerto Antillano + Fuerte (p = 0,880), Injerto Zutano + Hass (p = 0,837), Injerto Zutano + Fuerte (p = 0,427), Injerto Topa Topa + Hass (p = 0,783), Injerto Mexicano + Hass (p = 0,550) e Injerto Mexicano + Fuerte (p = 0,315) presentaron valores de significancia superiores a 0,05. En consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad para estos tratamientos, indicando que sus datos se distribuyen de manera compatible con una distribución normal.

Sin embargo, el tratamiento Injerto Topa Topa + Fuerte presentó un valor de significancia de p = 0,010, inferior al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$). Este resultado indica que los datos correspondientes a dicho tratamiento no siguen una distribución normal, por lo que se rechaza la hipótesis nula de normalidad para este grupo.

Tabla 20 *Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el diámetro de planta según tratamientos de injerto de palto.*

Tratamiento	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	**gl**	**Sig.**
Injerto Antillano + Hass	,906	10	,253
Injeto Antillano + Fuerte	,969	10	,880
Injerto Zutano + Hass	,965	10	,837
Injerto Zutano + Fuerte	,928	10	,427
Injerto Topa Topa + Hass	,960	10	,783
Injerto Topa Topa + Fuerte	,788	10	,010
Injerto Mexicano + Hass	,940	10	,550
Injerto Mexicano Fuerte	,915	10	,315

4.1.4.2.2. Estadístico de Levene para diametro de tallo de planta (mm)

Hipótesis estadísticas

H_0: Las varianzas del diámetro del tallo son iguales entre los tratamientos evaluados.

H_1: Al menos una de las varianzas difiere significativamente entre los tratamientos.

Criterio de decisión

Si $p > 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula y se asume homogeneidad de varianzas.

Si $p \leq 0,05$, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las varianzas no son homogéneas.

Tabla 21 *Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para diámetro de tallo de planta según tratamientos de injerto de palto*

		Estadístico de Levene	**gl1**	**gl2**	**Sig.**
Diámetro de tallo de planta (mm)	Se basa en la media	1,288	7	72	,268
	Se basa en la mediana Se basa en la mediana y con gl ajustado	,466	7	72	,856
		,466	7	43,851	,854
	Se basa en la media recortada	1,133	7	72	,352

La Tabla 21 presenta los resultados de la prueba de Levene. Los resultados muestran que el estadístico de Levene basado en la media presentó un valor de F = 1,288 con una significancia de p = 0,268. De igual manera, las versiones basadas en la mediana (p = 0,856), la mediana con grados de libertad ajustados (p = 0,854) y la media recortada (p = 0,352) registraron valores de significancia superiores al nivel crítico de $\alpha = 0,05$. Dado que todos los valores de significancia obtenidos fueron mayores a 0,05, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas. En consecuencia, se concluye que las varianzas del diámetro del tallo son estadísticamente homogéneas entre los tratamientos de injerto evaluados.

4.1.4.2.3. Analisis de varianza para el contenido para el diámetro de tallo de

planta

Hipótesis estadísticas

H_0: No existen diferencias significativas entre tratamientos.

H_1: Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Criterio de decisión

Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (existen diferencias).

Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0.

Tabla 22 *Análisis de varianza (ANOVA) para el diámetro de tallo de planta según tratamientos de injerto de palto*

Fuente de variación	*Suma de cuadrados*	*gl*	*Cuadrado medio*	*F*	*p*
Factor Patrón	,992	3	,331	1,370	,259
Factor Variedad	,082	1	,082	,339	,562
F. Patrón * F. Variedad	1,945	3	,648	2,685	,053
Error	17,384	72	,241		
Total	20,403	79			

La Tabla 22 presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) donde muestran que el factor patrón no ejerció un efecto estadísticamente significativo sobre el diámetro del tallo ($F = 1,370$; $p = 0,259$), debido a que el valor de significancia fue superior al nivel de $\alpha = 0,05$. En consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula para este factor, indicando que los patrones evaluados presentaron diámetros de tallo estadísticamente similares durante el periodo de estudio.

De manera similar, el factor variedad tampoco mostró un efecto significativo sobre esta variable ($F = 0,339$; $p = 0,562$). Este resultado evidencia que las variedades Hass y Fuerte no difirieron significativamente en cuanto al diámetro del tallo alcanzado, por lo que se acepta la hipótesis nula de igualdad de medias para este factor.

Respecto a la interacción entre patrón y variedad, se obtuvo un valor de $F = 2,685$ y una significancia de $p = 0,053$. Aunque este valor se aproxima al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$), no alcanza el criterio estadístico requerido para declarar diferencias significativas. Por lo tanto, no se encontró evidencia suficiente

para afirmar que el efecto de los patrones sobre el diámetro del tallo dependiera de la variedad utilizada. En consecuencia, se acepta la hipótesis nula de ausencia de interacción significativa entre ambos factores.

En términos generales, los resultados del ANOVA indican que ni el patrón, ni la variedad, ni la interacción entre ambos factores influyeron significativamente sobre el diámetro del tallo de las plantas injertadas bajo las condiciones experimentales del estudio. Esto sugiere que las diferencias observadas en los valores promedio del diámetro del tallo entre los tratamientos pueden atribuirse a la variabilidad natural del experimento y no al efecto de los factores evaluados.

Asimismo, el valor de significancia obtenido para la interacción ($p = 0,053$) evidencia una tendencia cercana al umbral de significancia estadística, lo que podría indicar una posible influencia conjunta del patrón y la variedad que no llegó a manifestarse de manera concluyente en las condiciones y tamaño muestral utilizados. Sin embargo, desde el punto de vista estadístico y considerando un nivel de confianza del 95 %, se concluye que no existen diferencias significativas entre los tratamientos respecto al diámetro del tallo de planta.

4.1.4.3. Análisis estadístico inferencial para longitud de raiz de planta de los patrones de palto

4.1.4.3.1. Prueba de normalidad para longitud de raiz de planta (cm) de los patrones de palto

Hipótesis estadísticas

H_0: Los datos de la longitud de raíz presentan una distribución normal.

H_1: Los datos de la longitud de raíz no presentan una distribución normal.

Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$.

Criterio de decisión

Si $p > 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula y se asume normalidad.

Si $p \leq 0,05$, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que los datos no siguen una distribución normal.

En la Tabla 23 los resultados muestran que todos los tratamientos evaluados presentaron valores de significancia superiores al nivel crítico de $\alpha = 0,05$. En particular, los tratamientos Injerto Antillano + Hass (p = 0,204), Injerto Antillano + Fuerte (p = 0,825), Injerto Zutano + Hass (p = 0,888), Injerto Zutano + Fuerte (p = 0,498), Injerto Topa Topa + Hass (p = 0,773), Injerto Topa Topa + Fuerte (p = 0,377), Injerto Mexicano + Hass (p = 0,539) e Injerto Mexicano + Fuerte (p = 0,696) evidenciaron una distribución compatible con la normalidad. Asimismo, los estadísticos de Shapiro–Wilk oscilaron entre 0,897 y 0,970, valores cercanos a la unidad, lo que refuerza la evidencia de que las observaciones presentan un comportamiento próximo a una distribución normal.

En consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula para ninguno de los tratamientos evaluados, concluyéndose que la variable longitud de raíz de planta cumple el supuesto de normalidad en todos los grupos experimentales. Este resultado indica que la distribución de los datos es adecuada para la aplicación de métodos estadísticos paramétricos.

Tabla 23 *Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para longitud de raiz de planta según tratamientos de injerto de palto.*

Tratamiento	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Injerto Antillano + Hass	,897	10	,204
Injeto Antillano + Fuerte	,964	10	,825
Injerto Zutano + Hass	,970	10	,888
Injerto Zutano + Fuerte	,935	10	,498
Injerto Topa Topa + Hass	,959	10	,773
Injerto Topa Topa + Fuerte	,922	10	,377
Injerto Mexicano + Hass	,939	10	,539
Injerto Mexicano Fuerte	,952	10	,696

4.1.4.3.2. Estadístico de Levene para longitud de raiz de planta (cm)

Hipótesis estadísticas

Hipótesis nula (H_0): Las varianzas de los grupos o tratamientos son iguales.

Hipótesis alternativa (H_1): Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Regla de decisión

Si p > 0.05

No se rechaza H_0.

Las varianzas son homogéneas.

Se cumple el supuesto de homocedasticidad.

Si p ≤ 0.05

Se rechaza H_0.

Las varianzas son heterogéneas.

No se cumple el supuesto de homocedasticidad.

Tabla 24 *Verificación del supuesto de varianzas homogéneas con Levene para longitud de raiz de planta según tratamientos de injerto de palto*

		Estadístico de Levene	**gl1**	**gl2**	**Sig.**
Longitud de raiz (cm)	Se basa en la media Se basa en la mediana	1,073 ,978	7 7	72 72	,389 ,454
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,978	7	47,040	,458
	Se basa en la media recortada	1,085	7	72	,382

La Tabla 24 los resultados obtenidos muestran que el estadístico de Levene basado en la media presentó un valor de F = 1,073 con una significancia de p = 0,389. Del mismo modo, las pruebas basadas en la mediana (p = 0,454), la mediana con grados de libertad ajustados (p = 0,458) y la media recortada (p = 0,382) registraron valores de significancia superiores al nivel crítico de α = 0,05. Dado que todos los valores de significancia obtenidos fueron mayores a 0,05, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas. En consecuencia, se concluye que las varianzas de la longitud de raíz son estadísticamente homogéneas entre los tratamientos de injerto de palto evaluados.

Este resultado indica que la dispersión de los datos es comparable entre los grupos experimentales, cumpliéndose el supuesto de homocedasticidad requerido

para la aplicación de procedimientos estadísticos paramétricos. Asimismo, la consistencia observada entre las distintas versiones de la prueba de Levene refuerza la evidencia de que no existen diferencias significativas en la variabilidad de la longitud de raíz entre los tratamientos.

4.1.4.3.3. Analisis de varianza para el contenido para longitud de raiz de planta

Hipótesis estadísticas

H_0: No existen diferencias significativas entre tratamientos.

H_1: Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Criterio de decisión

Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (existen diferencias).

Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0.

Tabla 25 *Análisis de varianza (ANOVA) para longitud de planta según tratamientos de injerto de palto*

Fuente de variación	*Suma de cuadrados*	*gl*	*Cuadrado medio*	*F*	*p*
Factor Patrón	20,366	3	6,789	3,126	,031
Factor Variedad	4,517	1	4,517	2,080	,154
F. Patrón * F. Variedad	23,211	3	7,737	3,563	,018
Error	156,364	72	2,172		
Total	204,458	79			

La Tabla 25 presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) factorial, muestran que el factor patrón presentó un efecto estadísticamente significativo sobre la longitud de raíz ($F = 3,126$; $p = 0,031$). Dado que el valor de significancia fue inferior a 0,05, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que los patrones evaluados influyeron significativamente en el desarrollo radicular de las plantas injertadas.

Este resultado indica que la longitud de raíz varió en función del patrón utilizado, sugiriendo que algunos patrones poseen una mayor capacidad para promover el crecimiento del sistema radicular que otros. En contraste, el factor variedad no mostró un efecto significativo sobre la longitud de raíz ($F = 2,080$; $p = 0,154$). Debido a que el valor de significancia fue superior al nivel crítico de $\alpha =$

0,05, no se rechaza la hipótesis nula. Por consiguiente, se concluye que las variedades Hass y Fuerte no difirieron significativamente en cuanto a la longitud de raíz desarrollada durante el periodo de evaluación, independientemente del patrón utilizado.

La interacción entre patrón y variedad presentó un efecto estadísticamente significativo sobre la longitud de raíz (F = 3,563; p = 0,018). Al ser el valor de significancia menor que 0,05, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe interacción significativa entre ambos factores. Este resultado indica que el efecto de un determinado patrón sobre la longitud de raíz depende de la variedad de injerto utilizada. En otras palabras, la respuesta de las variedades Hass y Fuerte no fue uniforme en todos los patrones evaluados, sino que ciertas combinaciones patrón–variedad favorecieron en mayor medida el crecimiento radicular que otras. Desde el punto de vista biológico y agronómico, la presencia de una interacción significativa sugiere que la compatibilidad entre patrón e injerto desempeña un papel importante en el desarrollo del sistema radicular, lo cual puede repercutir en la absorción de agua y nutrientes, así como en el vigor general de las plantas.

4.1.4.3.4. Prueba Tukey para longitud de raiz de planta según tratamientos de injerto de palto

Tabla 26 *Prueba de comparación múltiple de Tukey para longitud radicular de planta según patrones de palto*

Patrón	Altura de planta (cm)	Grupo homogéneo*	
Injeto Antillano + Fuerte	24,0610	a	
Injerto Zutano + Fuerte	23,9680	a	b
Injerto Zutano + Hass	22,6710	a	b
Injerto Mexicano + Hass	22,6270	a	b
Injerto Topa Topa + Hass	22,4690	a	b
Injerto Antillano + Hass	22,2820	a	b
Injerto Mexicano Fuerte	22,1040	a	b
Injerto Topa Topa + Fuerte	21,8170		b

La Tabla 26 presenta los resultados de la prueba de comparación múltiple de Tukey realizada para identificar las diferencias entre las medias de la longitud radicular de las plantas de palto en los distintos tratamientos evaluados. Esta prueba

se aplicó posteriormente al análisis de varianza (ANOVA), debido a que se detectaron diferencias significativas asociadas al factor patrón y a la interacción patrón × variedad.

Los resultados muestran que el tratamiento Injerto Antillano + Fuerte registró la mayor longitud radicular promedio (24,061 cm), ubicándose en el grupo homogéneo “a”, lo que evidencia un comportamiento superior respecto de algunos tratamientos con menores valores promedio. Asimismo, los tratamientos Injerto Zutano + Fuerte (23,968 cm), Injerto Zutano + Hass (22,671 cm), Injerto Mexicano + Hass (22,627 cm), Injerto Topa Topa + Hass (22,469 cm), Injerto Antillano + Hass (22,282 cm) e Injerto Mexicano + Fuerte (22,104 cm) fueron clasificados simultáneamente en los grupos homogéneos “a” y “b”, lo que indica que no presentan diferencias estadísticas significativas ni con el tratamiento de mayor longitud radicular ni con el de menor longitud radicular.

Por otro lado, el tratamiento Injerto Topa Topa + Fuerte presentó la menor longitud radicular promedio (21,817 cm) y fue ubicado exclusivamente en el grupo homogéneo “b”. Esto sugiere una tendencia a presentar un menor desarrollo radicular respecto a los tratamientos con valores más altos; sin embargo, debido a la superposición de grupos homogéneos observada en la mayoría de los tratamientos, las diferencias entre medias son relativamente graduales.

La presencia de tratamientos compartiendo simultáneamente los grupos “a” y “b” indica que existe una amplia zona de similitud estadística entre las combinaciones patrón–variedad evaluadas. En consecuencia, aunque el análisis de varianza detectó diferencias significativas globales, la prueba de Tukey evidencia que estas diferencias se concentran principalmente entre los tratamientos ubicados en los extremos del rango de medias.

Desde el punto de vista agronómico, los resultados sugieren que las combinaciones que incorporaron la variedad Fuerte sobre los patrones Antillano y Zutano favorecieron un mayor crecimiento del sistema radicular, alcanzando las mayores longitudes de raíz observadas en el experimento. En contraste, la combinación Topa Topa + Fuerte mostró el menor desarrollo radicular, lo que podría reflejar una menor compatibilidad o una respuesta fisiológica menos favorable entre estos materiales vegetales.

En términos generales, la prueba de Tukey permite concluir que el tratamiento Injerto Antillano + Fuerte presentó la mayor longitud radicular promedio, mientras que Injerto Topa Topa + Fuerte registró el menor valor. No obstante, la existencia de grupos homogéneos superpuestos evidencia que la mayoría de los tratamientos presentan comportamientos estadísticamente similares, por lo que las diferencias detectadas deben interpretarse considerando la interacción entre patrón e injerto y no únicamente los efectos individuales de cada factor.

4.1.4.4. Análisis estadístico inferencial para el número de hojas de planta de los patrones de palto

4.1.4.4.1. Prueba de normalidad para el número de hojas de planta (cm) de los patrones de palto

Hipótesis estadísticas

H_0: Los datos del número de hojas presentan una distribución normal.

H_1: Los datos del número de hojas no presentan una distribución normal.

Nivel de significancia: $\alpha = 0{,}05$.

Criterio de decisión

Si $p > 0{,}05$, no se rechaza la hipótesis nula y se asume normalidad.

Si $p \leq 0{,}05$, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que los datos no siguen una distribución normal.

Tabla 27 *Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el número de hojas de planta según tratamientos de injerto de palto.*

Tratamiento	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Injerto Antillano + Hass	,918	10	,338
Injeto Antillano + Fuerte	,981	10	,972
Injerto Zutano + Hass	,946	10	,622
Injerto Zutano + Fuerte	,918	10	,339
Injerto Topa Topa + Hass	,920	10	,356

Injerto Topa Topa + Fuerte	,946	10	,621
Injerto Mexicano + Hass	,914	10	,309
Injerto Mexicano Fuerte	,941	10	,562

La Tabla 27 presenta los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro–Wilk aplicada a la variable número de hojas de planta. Los resultados muestran que todos los tratamientos evaluados presentaron valores de significancia superiores a 0,05. En particular, los tratamientos Injerto Antillano + Hass (p = 0,338), Injerto Antillano + Fuerte (p = 0,972), Injerto Zutano + Hass (p = 0,622), Injerto Zutano + Fuerte (p = 0,339), Injerto Topa Topa + Hass (p = 0,356), Injerto Topa Topa + Fuerte (p = 0,621), Injerto Mexicano + Hass (p = 0,309) e Injerto Mexicano + Fuerte (p = 0,562) evidenciaron un comportamiento compatible con una distribución normal.

Asimismo, los estadísticos de Shapiro–Wilk variaron entre 0,914 y 0,981, valores cercanos a la unidad, lo que indica un buen ajuste de los datos a la distribución normal. El tratamiento Injerto Antillano + Fuerte presentó el mayor valor del estadístico (W = 0,981), acompañado de una significancia de 0,972, constituyendo la evidencia más sólida de normalidad entre los grupos evaluados. Dado que en ninguno de los tratamientos el valor de significancia fue inferior al nivel crítico de α = 0,05, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad. Por consiguiente, se concluye que la variable número de hojas de planta cumple el supuesto de normalidad en todos los tratamientos de injerto evaluados.

4.1.4.4.2. Estadístico de Levene para longitud el núemro de hojas de planta

Hipótesis estadísticas

Hipótesis nula (H_0): Las varianzas de los grupos o tratamientos son iguales.

Hipótesis alternativa (H_1): Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Regla de decisión

Si p > 0.05

No se rechaza H_0.

Las varianzas son homogéneas.

Se cumple el supuesto de homocedasticidad.

Si p ≤ 0.05

Se rechaza H_0.

Las varianzas son heterogéneas.

No se cumple el supuesto de homocedasticidad.

La Tabla 28 presenta los resultados de la prueba de Levene. Los resultados muestran que el estadístico de Levene basado en la media presentó un valor de F = 1,489 con una significancia de p = 0,185. Asimismo, las versiones alternativas de la prueba basadas en la mediana (p = 0,603), la mediana con grados de libertad ajustados (p = 0,604) y la media recortada (p = 0,222) también registraron valores de significancia superiores al nivel de α = 0,05. Dado que todos los valores de significancia obtenidos fueron mayores que 0,05, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas. Por lo tanto, se concluye que las varianzas del número de hojas son estadísticamente homogéneas entre los tratamientos de injerto evaluados.

Estos resultados indican que la dispersión de los datos es similar en los diferentes grupos experimentales, lo que evidencia una adecuada estabilidad de la variabilidad observada. Además, la concordancia entre las distintas versiones de la prueba de Levene fortalece la evidencia de que no existen diferencias significativas en la variación del número de hojas entre los tratamientos. Considerando que previamente la variable cumplió el supuesto de normalidad mediante la prueba de Shapiro–Wilk, los resultados de la prueba de Levene confirman que se satisfacen los requisitos estadísticos necesarios para la aplicación de un análisis de varianza (ANOVA) factorial. En consecuencia, es posible evaluar de manera confiable el efecto de los patrones, las variedades y su interacción sobre el número de hojas desarrolladas por las plantas injertadas.

Tabla 28 *Verificación del supuesto de homogeneidad de varianzas (prueba de Levene) para el número de hojas de planta*

		Estadístico de Levene	**gl1**	**gl2**	**Sig.**
Número de hojas de planta	Se basa en la media Se basa en la mediana	1,489 ,784	7 7	72 72	,185 ,603
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,784	7	46,966	,604

	Se basa en la media recortada	1,393	7	72	,222

4.1.4.4.3. Analisis de varianza para el contenido para el número de hojas de planta

Hipótesis estadísticas

H_0: No existen diferencias significativas entre tratamientos.

H_1: Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Criterio de decisión

Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (existen diferencias).

Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0.

Tabla 29 *Análisis de varianza (ANOVA) para el número de hojas de planta.*

Fuente de variación	*Suma de cuadrados*	*gl*	*Cuadrado medio*	*F*	*p*
Factor Patrón	3,666	3	1,222	1,794	,156
Factor Variedad	,561	1	,561	,824	,367
F. Patrón * F. Variedad	13,144	3	4,381	6,432	,001
Error	49,043	72	,681		
Total	66,415	79			

La Tabla 29 presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) factorial. Los resultados muestran que el factor patrón no ejerció un efecto significativo sobre el número de hojas de las plantas ($F = 1,794$; $p = 0,156$). Dado que el valor de significancia fue superior al nivel crítico de $\alpha = 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula. Por consiguiente, se concluye que los patrones Antillano, Zutano, Topa Topa y Mexicano no produjeron diferencias estadísticamente significativas en el número de hojas desarrolladas por las plantas injertadas cuando se consideran de manera independiente.

De manera similar, el factor variedad tampoco presentó un efecto significativo sobre esta variable ($F = 0,824$; $p = 0,367$). En consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las variedades Hass y Fuerte mostraron un comportamiento estadísticamente similar respecto al número de hojas emitidas. Este resultado indica que, evaluadas de forma aislada, las variedades no influyeron

significativamente en la producción foliar de las plantas durante el período experimental.

Por otro lado, la interacción entre patrón y variedad presentó un efecto altamente significativo sobre el número de hojas (F = 6,432; p = 0,001). Al ser el valor de significancia inferior a 0,05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta que existe interacción significativa entre ambos factores. La significancia de esta interacción indica que la respuesta de las variedades Hass y Fuerte dependió del patrón utilizado. Es decir, el efecto de una variedad sobre la emisión de hojas no fue uniforme en todos los patrones evaluados, sino que varió según la combinación específica patrón–injerto. Desde el punto de vista agronómico, este resultado sugiere que la producción foliar está influenciada por la compatibilidad fisiológica entre el patrón y la variedad, lo cual puede afectar la capacidad de crecimiento vegetativo de las plantas injertadas. En consecuencia, determinadas combinaciones patrón–variedad favorecieron una mayor formación de hojas, mientras que otras mostraron un desempeño menos eficiente.

4.1.4.4.4. Prueba Tukey para longitud de raiz de planta según tratamientos de injerto de palto

Tabla 30 *Prueba de comparación múltiple de Tukey para el número de hojas de planta.*

Patrón	Altura de planta (cm)	Grupo homogéneo*	
Injerto Zutano + Fuerte	10,1600	a	
Injeto Antillano + Fuerte	9,5900	a	b
Injerto Topa Topa + Hass	9,5400	a	b
Injerto Mexicano + Hass	9,2800	a	b
Injerto Mexicano Fuerte	9,2400	a	b
Injerto Zutano + Hass	9,0700	a	b
Injerto Antillano + Hass	8,9200		b
Injerto Topa Topa + Fuerte	8,4900		b

La Tabla 30 presenta los resultados de la prueba de comparación múltiple de Tukey, muestran que el tratamiento Injerto Zutano + Fuerte registró el mayor número promedio de hojas (10,16 hojas), ubicándose en el grupo homogéneo “a”, lo que indica un desempeño superior en términos de desarrollo foliar respecto a los

tratamientos con menores valores promedio. Este resultado sugiere que la combinación del patrón Zutano con la variedad Fuerte favoreció la emisión de hojas y el crecimiento vegetativo de las plantas injertadas. Asimismo, los tratamientos Injerto Antillano + Fuerte (9,59 hojas), Injerto Topa Topa + Hass (9,54 hojas), Injerto Mexicano + Hass (9,28 hojas), Injerto Mexicano + Fuerte (9,24 hojas) e Injerto Zutano + Hass (9,07 hojas) fueron clasificados simultáneamente en los grupos homogéneos “a” y “b”. Esta superposición indica que dichos tratamientos no presentan diferencias estadísticas significativas ni con el tratamiento de mayor media ni con aquellos que registraron menores valores. Por otro lado, los tratamientos Injerto Antillano + Hass (8,92 hojas) e Injerto Topa Topa + Fuerte (8,49 hojas) fueron ubicados únicamente en el grupo homogéneo “b”, presentando los menores promedios de hojas entre las combinaciones evaluadas. Sin embargo, debido a la existencia de tratamientos intermedios compartiendo ambos grupos homogéneos, las diferencias observadas entre los extremos del rango son graduales y no se manifiestan de forma abrupta.

La presencia de grupos homogéneos superpuestos evidencia que la mayoría de los tratamientos presentan respuestas estadísticamente similares en cuanto al número de hojas. No obstante, la tendencia observada permite identificar que las combinaciones que incorporaron la variedad Fuerte, particularmente sobre el patrón Zutano, favorecieron un mayor desarrollo foliar en comparación con algunas combinaciones que involucraron la variedad Hass. Desde el punto de vista agronómico, el mayor número de hojas observado en el tratamiento Zutano + Fuerte podría estar asociado a una mejor compatibilidad fisiológica entre patrón e injerto, promoviendo una mayor actividad fotosintética y un crecimiento vegetativo más vigoroso. En contraste, la combinación Topa Topa + Fuerte mostró el menor número de hojas, lo que podría reflejar una menor eficiencia en la interacción entre ambos materiales vegetales.

4.1.5. Análisis estadístico inferencial del desempeño productivo de las combinaciones patrón–injerto en palto

4.1.5.1. Análisis estadístico inferencial del porcentaje de prendimiento (%) de injertos en patrones de palto

4.1.5.1.1. Prueba de normalidad para el porcentaje de prendimiento (%) de

injertos en patrones de palto

Hipótesis estadísticas

H_0: Los datos del porcentaje de prendimiento presentan una distribución normal.

H_1: Los datos del porcentaje de prendimiento no presentan una distribución normal.

Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$.

Criterio de decisión

Si $p > 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula y se asume normalidad.

Si $p \leq 0,05$, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que los datos no siguen una distribución normal.

Tabla 31 *Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el porcentaje de prendimiento (%) de injertos en patrones de palto*

Tratamiento	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Injerto Antillano + Hass	,927	10	,422
Injeto Antillano + Fuerte	,946	10	,626
Injerto Zutano + Hass	,988	10	,993
Injerto Zutano + Fuerte	,913	10	,305
Injerto Topa Topa + Hass	,928	10	,427
Injerto Topa Topa + Fuerte	,970	10	,894
Injerto Mexicano + Hass	,951	10	,682
Injerto Mexicano Fuerte	,948	10	,648

La Tabla 31 presenta los resultados de la prueba de normalidad de ShapiroWilk. Los resultados muestran que todos los tratamientos presentan valores de significancia (p) superiores al nivel de significancia establecido de $\alpha = 0,05$. Específicamente, los valores de p oscilaron entre 0,305 para el tratamiento Injerto Zutano + Fuerte y 0,993 para el tratamiento Injerto Zutano + Hass. Asimismo, los estadísticos de Shapiro-Wilk variaron entre 0,913 y 0,988, evidenciando una adecuada aproximación de los datos a la distribución normal.

De manera individual, los tratamientos Antillano + Hass (p = 0,422), Antillano + Fuerte (p = 0,626), Zutano + Hass (p = 0,993), Zutano + Fuerte (p = 0,305), Topa Topa + Hass (p = 0,427), Topa Topa + Fuerte (p = 0,894), Mexicano + Hass (p = 0,682) y Mexicano + Fuerte (p = 0,648) no mostraron desviaciones significativas respecto a la normalidad, debido a que en todos los casos el valor de significancia fue mayor que 0,05. En consecuencia, se acepta la hipótesis nula de normalidad para todos los tratamientos evaluados, indicando que la distribución del porcentaje de prendimiento de los injertos se ajusta adecuadamente a una distribución normal. Por tanto, se cumple el supuesto de normalidad requerido para la aplicación de análisis estadísticos paramétricos, como el análisis de varianza (ANOVA), permitiendo realizar comparaciones de medias entre tratamientos con un adecuado nivel de confiabilidad estadística.

4.1.5.1.2. Estadístico de Levene para porcentaje del prendimiento del injerto en el patrón de palto

Hipótesis estadísticas

Hipótesis nula (H_0): Las varianzas de los grupos o tratamientos son iguales.

Hipótesis alternativa (H_1): Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Regla de decisión

Si p > 0.05

No se rechaza H_0.

Las varianzas son homogéneas.

Se cumple el supuesto de homocedasticidad.

Si p ≤ 0.05

Se rechaza H_0.

Las varianzas son heterogéneas.

No se cumple el supuesto de homocedasticidad.

Tabla 32 *Verificación del supuesto de homogeneidad de varianzas (prueba de*

Levene) para porcentaje del prendimiento del injerto en el patrón de palto

		Estadístico de Levene	**gl1**	**gl2**	**Sig.**
Número de hojas de planta	Se basa en la media Se basa en la mediana	1,631 1,459	7 7	72 72	,141 ,196
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,459	7	59,128	,200
	Se basa en la media recortada	1,624	7	72	,142

La Tabla 32 presenta los resultados de la prueba de Levene aplicada al porcentaje de prendimiento del injerto en el patrón de palto, con el propósito de verificar el cumplimiento del supuesto de homogeneidad de varianzas entre los tratamientos evaluados. Este supuesto es fundamental para la aplicación de pruebas paramétricas, como el análisis de varianza (ANOVA), ya que requiere que las varianzas de los grupos sean estadísticamente equivalentes.

Los resultados indican que el estadístico de Levene basado en la media fue de 1,631, con 7 grados de libertad en el numerador y 72 en el denominador, obteniéndose un valor de significancia de 0,141. De manera complementaria, las pruebas basadas en la mediana ($p = 0,196$), en la mediana con grados de libertad ajustados ($p = 0,200$) y en la media recortada ($p = 0,142$) también registraron valores de significancia superiores al nivel crítico de $\alpha = 0,05$.

Dado que en todas las variantes de la prueba los valores de significancia fueron mayores a 0,05, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas. Esto demuestra que la dispersión de los datos es estadísticamente similar entre los tratamientos evaluados, evidenciando el cumplimiento del supuesto de homocedasticidad.

4.1.5.1.3. Analisis de varianza para porcentaje del prendimiento del injerto en el patrón de palto

Hipótesis estadísticas

H_0: No existen diferencias significativas entre tratamientos.

H_1: Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Criterio de decisión

Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (existen diferencias).

Si p > 0,05 → No se rechaza H_0.

Tabla 33 *Análisis de varianza (ANOVA) para porcentaje del prendimiento del injerto en el patrón de palto*

Fuente de variación	*Suma de cuadrados*	*gl*	*Cuadrado medio*	*F*	*p*
Factor Patrón	109,439	3	36,480	2,566	,061
Factor Variedad	40,399	1	40,399	2,842	,096
F. Patrón * F. Variedad	203,966	3	67,989	4,782	,004
Error	1023,606	72	14,217		
Total	1377,409	79			

La Tabla 33 indica que el factor patrón no presentó un efecto estadísticamente significativo sobre el porcentaje de prendimiento del injerto (F = 2,566; p = 0,061), debido a que el valor de significancia fue superior al nivel crítico de α = 0,05. Este resultado sugiere que, de manera independiente, los patrones evaluados no generaron diferencias significativas en el porcentaje de prendimiento. De igual forma, el factor variedad tampoco mostró un efecto significativo sobre la variable de estudio (F = 2,842; p = 0,096), evidenciando que las variedades Hass y Fuerte presentaron porcentajes de prendimiento estadísticamente similares cuando se analizan de forma aislada. Sin embargo, la interacción entre el patrón y la variedad resultó estadísticamente significativa (F = 4,782; p = 0,004), lo que indica que el efecto de los patrones sobre el porcentaje de prendimiento depende de la variedad de injerto utilizada. En otras palabras, la respuesta de las variedades Hass y Fuerte no fue uniforme en todos los patrones evaluados, existiendo combinaciones patrón–variedad que favorecieron o limitaron el prendimiento del injerto. La significancia de la interacción constituye el hallazgo más relevante del análisis, ya que evidencia que los factores no actúan de manera independiente sobre la variable estudiada.

4.1.5.1.4. Prueba Tukey para porcentaje del prendimiento del injerto en el patrón de palto

Tabla 34 *Prueba de comparación múltiple de Tukey para porcentaje del prendimiento del injerto en el patrón de palto*

Patrón	**Porcentaje del prendimiento (%)**	**Grupo homogéneo***

Injerto Zutano + Fuerte	91,6770	a	
Injeto Antillano + Fuerte	87,8080	a	b
Injerto Topa Topa + Hass	87,4420	a	b
Injerto Mexicano Fuerte	86,4890	a	b
Injerto Zutano + Hass	85,9350		b
Injerto Mexicano + Hass	85,6270		b
Injerto Antillano + Hass	85,5530		b
Injerto Topa Topa + Fuerte	84,2680		b

La Tabla 34 muestran que la combinación Zutano + Fuerte registró el mayor porcentaje promedio de prendimiento (91,68 %), ubicándose en el grupo homogéneo "a", lo que indica un desempeño superior respecto a los tratamientos que únicamente conforman el grupo "b". Asimismo, las combinaciones Antillano + Fuerte (87,81 %), Topa Topa + Hass (87,44 %) y mexicano + Fuerte (86,49 %) se ubicaron simultáneamente en los grupos "a" y "b", evidenciando que presentan un comportamiento intermedio y que no difieren estadísticamente ni del tratamiento con mayor prendimiento ni de aquellos ubicados en el grupo inferior.

Por otro lado, las combinaciones Zutano + Hass (85,94 %), mexicano + Hass (85,63 %), Antillano + Hass (85,55 %) y Topa Topa + Fuerte (84,27 %) conformaron el grupo homogéneo "b", presentando los menores porcentajes promedio de prendimiento. Sin embargo, entre estos tratamientos no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

4.1.5.2. Análisis estadístico inferencial de la supervivencia del injerto (%) en patrones de palto

4.1.5.2.1. Prueba de normalidad para la supervivencia del injerto (%) en patrones de palto

Hipótesis estadísticas

H_0: Los datos de la supervivencia del injerto presentan una distribución normal.

H_1: Los datos de la supervivencia del injerto no presentan una distribución normal.

Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$.

Criterio de decisión

Si $p > 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula y se asume normalidad.

Si $p \leq 0,05$, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que los datos no siguen una distribución normal.

En la Tabla 35 los resultados muestran que todos los tratamientos evaluados presentaron valores de significancia (p) superiores al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$). Los valores de p oscilaron entre 0,236 para el tratamiento Injerto Mexicano + Hass y 0,700 para el tratamiento Injerto Zutano + Fuerte, mientras que los estadísticos de Shapiro-Wilk variaron entre 0,903 y 0,953, evidenciando una adecuada aproximación de los datos a una distribución normal. De manera específica, los tratamientos Injerto Antillano + Hass ($p = 0,505$), Injerto Antillano + Fuerte ($p = 0,545$), Injerto Zutano + Hass ($p = 0,454$), Injerto Zutano + Fuerte ($p = 0,700$), Injerto Topa Topa + Hass ($p = 0,262$), Injerto Topa Topa + Fuerte ($p = 0,259$), Injerto Mexicano + Hass ($p = 0,236$) e Injerto Mexicano + Fuerte ($p = 0,316$) no presentaron desviaciones significativas respecto a la normalidad, debido a que en todos los casos los valores de significancia fueron mayores a 0,05. En consecuencia, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad para ninguno de los tratamientos evaluados, lo que indica que la distribución de los datos de supervivencia del injerto se ajusta adecuadamente a una distribución normal. Por tanto, se verifica el cumplimiento de este supuesto estadístico, permitiendo la utilización de métodos paramétricos para el análisis inferencial de la variable estudiada.

Tabla 35

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la supervivencia del injerto en patrones de palto

Tratamiento	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Injerto Antillano + Hass	,936	10	,505
Injeto Antillano + Fuerte	,939	10	,545
Injerto Zutano + Hass	,931	10	,454
Injerto Zutano + Fuerte	,953	10	,700

Injerto Topa Topa + Hass	,907	10	,262
Injerto Topa Topa + Fuerte	,907	10	,259
Injerto Mexicano + Hass	,903	10	,236
Injerto Mexicano Fuerte	,915	10	,316

4.1.5.2.2. Estadístico de Levene para la supervivencia del injerto en patrones de palto

Hipótesis estadísticas

Hipótesis nula (H_0): Las varianzas de los grupos o tratamientos son iguales.

Hipótesis alternativa (H_1): Al menos una varianza es diferente.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Regla de decisión

Si p > 0.05

No se rechaza H_0.

Las varianzas son homogéneas.

Se cumple el supuesto de homocedasticidad.

Si p ≤ 0.05

Se rechaza H_0.

Las varianzas son heterogéneas.

No se cumple el supuesto de homocedasticidad.

Tabla 36 *Verificación del supuesto de homogeneidad de varianzas (prueba de Levene) para la supervivencia del injerto en patrones de palto*

		Estadístico de Levene	**gl1**	**gl2**	**Sig.**
Número de hojas de planta	Se basa en la media Se basa en la mediana	2,756 2,078	7 7	72 72	,014 ,057
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,078	7	36,872	,071
	Se basa en la media recortada	2,634	7	72	,018

En la Tabla 36 se muestran que la prueba de Levene basada en la media obtuvo un estadístico de 2,756 con 7 y 72 grados de libertad, alcanzando un valor de significancia de p = 0,014, inferior al nivel de significancia establecido (α = 0,05). De igual manera, la prueba basada en la media recortada registró un valor de significancia de p = 0,018, también menor a 0,05. Estos resultados sugieren la existencia de diferencias en las varianzas entre los tratamientos evaluados.

Sin embargo, las versiones más robustas de la prueba, basadas en la mediana y en la mediana con grados de libertad ajustados, presentaron valores de significancia de p = 0,057 y p = 0,071, respectivamente, superiores a 0,05. Estos resultados indican que, al utilizar medidas menos sensibles a posibles valores extremos o desviaciones leves de la normalidad, no se detectan diferencias significativas entre las varianzas de los tratamientos.

En conjunto, los resultados evidencian una situación límite respecto al cumplimiento del supuesto de homogeneidad de varianzas. Aunque la prueba clásica de Levene basada en la media sugiere heterogeneidad de varianzas, las pruebas robustas basadas en la mediana indican que las diferencias observadas no son suficientemente consistentes para afirmar una violación clara del supuesto.

4.1.5.2.3. Analisis de varianza para porcentaje del prendimiento del injerto en el patrón de palto

Hipótesis estadísticas

H_0: No existen diferencias significativas entre tratamientos.

H_1: Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Criterio de decisión

Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (existen diferencias).

Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0.

Tabla 37 *Análisis de varianza (ANOVA) para la supervivencia del injerto en patrones de palto*

Fuente de variación	*Suma de cuadrados*	*gl*	*Cuadrado medio*	*F*	*p*
Factor Patrón	71,155	3	23,718	1,725	,170
Factor Variedad	,535	1	,535	,039	,844
F. Patrón * F. Variedad	287,448	3	95,816	6,968	,000

Error	990,083	72	13,751	
Total	1349,221	79		

La Tabla 37 muestra que el factor patrón no presentó diferencias estadísticas significativas sobre la supervivencia del injerto (F = 1,725; p = 0,170), debido a que el valor de significancia fue superior al nivel de α = 0,05. Este resultado indica que, de manera independiente, los diferentes patrones evaluados no ejercieron un efecto significativo en la supervivencia de los injertos. De igual forma, el factor variedad tampoco mostró un efecto significativo sobre la supervivencia del injerto (F = 0,039; p = 0,844), evidenciando que las variedades Hass y Fuerte presentaron un comportamiento estadísticamente similar en cuanto a la supervivencia de los injertos cuando se analizan de manera aislada.

Sin embargo, se encontró una interacción altamente significativa entre el patrón y la variedad (F = 6,968; p = 0,000). Este resultado indica que el efecto de los patrones sobre la supervivencia del injerto depende de la variedad utilizada, o viceversa. En otras palabras, la respuesta de la supervivencia del injerto no fue uniforme para todas las combinaciones patrón-variedad, sino que determinadas combinaciones favorecieron una mayor supervivencia que otras. La significancia estadística de la interacción sugiere la existencia de una relación específica entre ambos factores, por lo que la interpretación de los efectos principales debe realizarse con cautela. En estos casos, es recomendable complementar el análisis mediante una prueba de comparación múltiple de medias o el análisis de efectos simples, con el fin de identificar cuáles combinaciones de patrón y variedad presentan los mayores porcentajes de supervivencia.

4.1.5.2.4. Prueba Tukey para la supervivencia del injerto en patrones de palto

Tabla 38 *Prueba de comparación múltiple de Tukey para la supervivencia del injerto en patrones de palto*

Patrón	Supervivencia del injerto (%)	Grupo homogéneo*	
Injerto Zutano + Fuerte	93,6560	a	
Injerto Mexicano + Hass	91,4840	a	b
Injeto Antillano + Fuerte	91,3360	a	b
Injerto Topa Topa + Hass	91,0720	a	b
Injerto Zutano + Hass	89,1840	a	b

Injerto Mexicano + Fuerte	88,9330	a	b
Injerto Antillano + Hass	88,0780		b
Injerto Topa Topa + Fuerte	86,5470		b

La Tabla 38 de los resultados muestran que la combinación Injerto Zutano + Fuerte alcanzó el mayor valor promedio de supervivencia, con una media de 93,656, ubicándose dentro del grupo homogéneo “a”. Este resultado indica que dicha combinación presentó el mejor desempeño en términos de supervivencia del injerto durante el periodo de evaluación.

Asimismo, las combinaciones Injerto Mexicano + Hass (91,484), Injerto Antillano + Fuerte (91,336), Injerto Topa Topa + Hass (91,072), Injerto Zutano + Hass (89,184) y Injerto Mexicano + Fuerte (88,933) se ubicaron en los grupos “a b”, lo que evidencia que no presentan diferencias estadísticas significativas ni con el tratamiento de mayor valor ni con aquellos ubicados en el grupo inferior. Esto refleja un comportamiento intermedio y una respuesta relativamente similar en cuanto a la supervivencia del injerto. Por otro lado, las combinaciones Injerto Antillano + Hass (88,078) e Injerto Topa Topa + Fuerte (86,547) fueron clasificadas dentro del grupo homogéneo “b”, registrando los valores promedio más bajos. En particular, la combinación Topa Topa + Fuerte presentó la menor supervivencia del injerto entre todos los tratamientos evaluados.

Desde el punto de vista estadístico, la presencia de tratamientos compartiendo las letras “a” y “b” indica una superposición entre grupos, lo que sugiere que las diferencias no son absolutas entre todas las combinaciones evaluadas. Sin embargo, sí se observa una tendencia favorable hacia las combinaciones que involucran el patrón Zutano, especialmente cuando se injerta con la variedad Fuerte.

4.1.5.3. Análisis estadístico inferencial para nivel de vigor del injerto según tratamiento

4.1.5.3.1. Prueba de normalidad para el nivel de vigor del injerto según tratamiento

Hipótesis estadísticas

H_0: Los datos del nivel de vigor del injerto presentan una distribución normal.

H_1: Los datos del nivel de vigor del injerto no presentan una distribución normal.

Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$.

Criterio de decisión

Si $p > 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula y se asume normalidad.

Si $p \leq 0,05$, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que los datos no siguen una distribución normal.

Tabla 39 *Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el nivel de vigor del injerto en patrones de palto*

Tratamiento	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Injerto Antillano + Hass	,752	10	,004
Injeto Antillano + Fuerte	,658	10	,000
Injerto Zutano + Hass	,366	10	,000
Injerto Zutano + Fuerte	,366	10	,000
Injerto Topa Topa + Hass	,509	10	,000
Injerto Topa Topa + Fuerte	,509	10	,000
Injerto Mexicano + Hass	,752	10	,004
Injerto Mexicano Fuerte	,594	10	,000

La Tabla 39 presenta los resultados que evidencian que todos los tratamientos presentaron valores de significancia ($p < 0,05$). En particular, los tratamientos Injerto Antillano + Hass e Injerto Mexicano + Hass registraron valores de significancia de 0,004, mientras que las demás combinaciones presentaron valores de 0,000. De acuerdo con el criterio estadístico establecido, cuando el valor de significancia es menor que 0,05 se rechaza la hipótesis nula de normalidad, concluyéndose que los datos no provienen de una distribución normal.

Asimismo, los estadísticos de Shapiro-Wilk oscilaron entre 0,366 y 0,752, valores que reflejan un alejamiento considerable respecto a la distribución normal teórica. Los menores valores se observaron en los tratamientos Injerto Zutano + Hass e Injerto Zutano + Fuerte (W = 0,366), lo que indica una mayor desviación de la normalidad. Esta situación puede atribuirse a la naturaleza ordinal de la variable evaluada, la cual fue medida mediante una escala visual discreta de cinco categorías (1 = muy bajo, 2 = bajo, 3 = medio, 4 = bueno y 5 = excelente), generando una concentración de observaciones en los niveles superiores de la escala.

En consecuencia, los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk demuestran que el supuesto de normalidad no se cumple para ninguno de los tratamientos evaluados. Por tanto, para el análisis inferencial del nivel de vigor del injerto resulta metodológicamente más apropiado emplear pruebas no paramétricas, tales como la prueba de Kruskal-Wallis para comparar los tratamientos y, en caso de encontrarse diferencias significativas, realizar comparaciones múltiples mediante procedimientos post hoc adecuados para datos ordinales.

4.1.5.3.2. Prueba de Kruskal-Wallis para el nivel de vigor del injerto en patrones de palto

Hipótesis estadísticas

Hipótesis nula (H_0): El nivel de vigor es igual en todos los tratamientos.

Hipótesis alternativa (H_1): Al menos un tratamiento presenta un nivel de vigor diferente.

Regla de decisión

Si $p > 0,05$, no se rechaza H_0.

No existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para el nivel de vigor del injerto.

Si $p \leq 0,05$, se rechaza H_0.

Existen diferencias estadísticas significativas entre al menos dos tratamientos respecto al nivel de vigor del injerto.

Tabla 40 *Estadísticos de la prueba de Kruskal-Wallis para la comparación del nivel de vigor del injerto entre tratamientos de palto.*

Estadístico	Valor
H de Kruskal-Wallis	35,571
gl	7
Sig. asintótica	,000

La Tabla 40 donde los resultados muestran un estadístico de Kruskal-Wallis (H) igual a 35,571, con 7 grados de libertad y una significancia asintótica de p = 0,000. Considerando un nivel de significancia de α = 0,05, el valor de p obtenido es inferior al umbral establecido, por lo que se rechaza la hipótesis nula de igualdad entre tratamientos. En consecuencia, se concluye que existen diferencias estadísticamente significativas en el nivel de vigor del injerto entre las combinaciones patrón-variedad evaluadas. Este resultado indica que no todos los tratamientos presentan el mismo comportamiento en términos de vigor, evidenciando que la elección del patrón y la variedad influye significativamente en el desarrollo vegetativo de los injertos. Los hallazgos obtenidos son consistentes con los resultados descriptivos, donde los tratamientos Topa Topa + Hass y Topa Topa + Fuerte registraron los mayores valores promedio de vigor, mientras que mexicano + Fuerte presentó el menor promedio. Sin embargo, la prueba de KruskalWallis únicamente permite establecer la existencia de diferencias globales entre los tratamientos, sin identificar específicamente entre cuáles de ellos se presentan dichas diferencias.

4.1.5.3.3. Analisis de varianza para porcentaje del nivel de vigor del injerto entre tratamientos de palto

Hipótesis estadísticas

H_0: No existen diferencias significativas entre tratamientos.

H_1: Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Criterio de decisión

Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ Se rechaza H_0 (existen diferencias).

Si $p > 0,05 \rightarrow$ No se rechaza H_0.

Tabla 41 *Prueba de Dunn con corrección de Bonferroni del prendimiento del nivel de vigor del injerto entre tratamientos de palto*

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
T1 Zutano - Hass	-	1.000	1.000	1.000	0.137	0.137	1.000	1.000
T2 Zutano - Fuerte		-	1.000	1.000	0.035	0.035	1.000	1.000
T3 Topa topa - Hass			-	1.000	0.105	0.105	1.000	1.000
T4 Topa topa - Fuerte				-	0.105	0.105	1.000	1.000
T5 Antillano - Hass					-	1.000	0.011	0.0005
T6 Antillano - Fuerte						-	0.011	0.0005
T7 Mexicano - Hass							-	1.000
T8 Mexicano - Fuerte								-

La Tabla 41 presenta los resultados de la prueba de comparaciones múltiples de Dunn con corrección de Bonferroni, aplicada posteriormente a la prueba de Kruskal-Wallis con el propósito de identificar entre cuáles tratamientos existen diferencias significativas en el nivel de vigor del injerto. Esta prueba permite comparar cada par de tratamientos controlando el error Tipo I asociado a múltiples comparaciones. Los resultados evidencian que la mayoría de las comparaciones entre tratamientos no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$), lo que indica una respuesta similar en cuanto al vigor del injerto. En particular, las combinaciones basadas en los patrones Zutano y Topa Topa, tanto para las variedades Hass como Fuerte, no presentaron diferencias significativas entre sí ($p = 1,000$), reflejando un comportamiento homogéneo y favorable en el desarrollo vegetativo de los injertos.

Sin embargo, se identificaron diferencias significativas al comparar los tratamientos con patrón Antillano frente a aquellos con patrón Mexicano, especialmente con la variedad Fuerte. En este sentido, las comparaciones Antillano + Hass versus Mexicano + Hass y Antillano + Fuerte versus Mexicano + Hass mostraron diferencias significativas ($p = 0,011$), indicando que el vigor del injerto difirió entre estas combinaciones. Asimismo, las diferencias más marcadas se observaron al comparar los tratamientos Antillano + Hass y Antillano + Fuerte con Mexicano + Fuerte, donde se obtuvieron valores de significancia de $p = 0,0005$, evidenciando diferencias altamente significativas en el nivel de vigor del injerto. Estos resultados sugieren que la combinación Mexicano + Fuerte presentó un comportamiento significativamente distinto respecto a los tratamientos basados en el patrón Antillano. Por otro lado, aunque las comparaciones entre los tratamientos

con patrones Zutano o Topa Topa frente a los tratamientos con patrón Antillano mostraron valores de significancia relativamente bajos (p = 0,035 y p = 0,105), estos no alcanzaron un nivel suficiente para evidenciar diferencias consistentes después de la corrección de Bonferroni, por lo que estadísticamente se consideran tratamientos con respuestas similares.

4.1.5.3.4. Comparación múltiple del nivel de vigor del injerto entre tratamientos de palto

Tabla 42 *Pares con diferencia significativa (p < 0.05) del nivel de vigor del injerto entre tratamientos de palto*

Tratamientos	Significativa (p < 0.05)
T2 Zutano-Fuerte T5 Antillano-Hass	0.035
T2 Zutano-Fuerte vs T6 Antillano-Fuerte	0.035
T5 Antillano-Hass vs T7 Mexicano-Hass	0.011
T5 Antillano-Hass vs T8 Mexicano-Fuerte	0.0005
T6 Antillano-Fuerte vs T7 Mexicano-Hass	0.011
T6 Antillano-Fuerte vs T8 Mexicano-Fuerte	0.0005

La Tabla 42 evidencia los resultados que las diferencias significativas se concentraron principalmente entre los tratamientos que involucraron los patrones Zutano, Antillano y Mexicano. En primer lugar, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos Zutano + Fuerte y Antillano + Hass (p = 0,035), así como entre Zutano + Fuerte y Antillano + Fuerte (p = 0,035). Estos resultados indican que el patrón Zutano injertado con la variedad Fuerte presentó un comportamiento diferente en términos de vigor respecto a las combinaciones evaluadas con el patrón Antillano. Asimismo, las comparaciones entre Antillano + Hass y Mexicano + Hass (p = 0,011), así como entre Antillano + Fuerte y Mexicano + Hass (p = 0,011), mostraron diferencias estadísticamente significativas, lo que evidencia que el patrón utilizado influyó en el desarrollo vegetativo de los injertos aun cuando se empleó la misma variedad.

Las diferencias más marcadas se registraron al comparar los tratamientos Antillano + Hass y Antillano + Fuerte con Mexicano + Fuerte, obteniéndose valores de significancia de p = 0,0005 en ambos casos. Estos resultados indican una alta evidencia estadística de que la combinación Mexicano + Fuerte presentó un nivel de vigor significativamente distinto respecto a los tratamientos basados en el patrón Antillano. Al contrastar estos hallazgos con los estadísticos descriptivos

previamente obtenidos, se observa que el tratamiento Mexicano + Fuerte registró el menor valor promedio de vigor (3,70), mientras que los tratamientos asociados a los patrones Zutano y Topa Topa alcanzaron promedios superiores (4,10 y 4,80, respectivamente). Esto sugiere que el patrón Mexicano, particularmente cuando se combina con la variedad Fuerte, presenta una menor capacidad para promover un crecimiento vigoroso del injerto en comparación con otros patrones evaluados.

En términos generales, los resultados de las comparaciones múltiples indican que el vigor del injerto estuvo influenciado por la interacción entre el patrón y la variedad utilizada. Las diferencias significativas detectadas resaltan la superioridad de algunas combinaciones respecto a otras, destacando el comportamiento favorable de los tratamientos con patrón Zutano y la menor respuesta observada en la combinación Mexicano + Fuerte. Estos hallazgos confirman la importancia de seleccionar adecuadamente el patrón para optimizar el desarrollo vegetativo de los injertos de palta bajo las condiciones agroecológicas de Luricocha.

4.2. Discuciones

La presente discusión interpreta los hallazgos obtenidos en la evaluación productiva y económica de cuatro patrones de palto (Antillano, Zutano, Topa Topa y Mexicano) injertados con las variedades comerciales Hass y Fuerte, en las condiciones agroecológicas del distrito de Luricocha.

Comportamiento vegetativo: altura de planta

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran diferencias respecto a lo reportado por Quispe (2017), quien registró una altura máxima de 46,25 cm en patrones de palto Topa Topa al finalizar la tercera evaluación, valor superior al alcanzado en la presente investigación (32,11 cm). Esta discrepancia podría atribuirse a las diferencias en las condiciones de manejo y al uso de Trichoderma harzianum como bioestimulante del crecimiento, el cual favorece el desarrollo radicular y vegetativo de las plantas. Asimismo, es importante considerar que las evaluaciones realizadas por Quispe (2017) correspondieron a una etapa fenológica más avanzada, lo que habría permitido una mayor acumulación de biomasa y, en consecuencia, una mayor altura de planta. Cervera Rosales y Castro

Chang (2024) reportaron alturas de planta comprendidas entre 20,00 cm y 51,50 cm a los 50 días de evaluación, registrándose un promedio mínimo de 22,29 cm y un promedio máximo de 51,00 cm entre los tratamientos evaluados. Estos resultados evidencian una amplia variabilidad en el crecimiento vegetativo de los plantones de palto, atribuida al efecto de los tratamientos aplicados y a la respuesta fisiológica de las plantas. Comparativamente, los valores obtenidos en la presente investigación se encuentran dentro del rango reportado por dichos autores, lo que confirma que la altura de planta constituye un indicador sensible para evaluar el vigor y la calidad de los patrones destinados al injerto. Por otro lado, Esgrina et al. (2026) reportaron una longitud de tallo de 6,02 cm; sin embargo, dicho resultado fue obtenido bajo condiciones de microinjerto in vitro. Debido a las diferencias sustanciales entre los sistemas de propagación in vitro y las condiciones convencionales de vivero utilizadas en la presente investigación, la comparación directa de ambos resultados resulta limitada. No obstante, estos hallazgos evidencian que el crecimiento vegetativo del palto está estrechamente relacionado con el método de propagación empleado y las condiciones ambientales en las que se desarrolla el material vegetal.

Diámetro del tallo

En relación con el diámetro del tallo, Quispe (2017) reportó un valor máximo de 7,75 mm en patrones de palto Topa Topa al finalizar la tercera evaluación, registrando previamente diámetros de 4,38 mm y 5,80 mm. Dichos resultados fueron obtenidos mediante la aplicación de Trichoderma harzianum, reconocido por sus efectos promotores del crecimiento vegetal. Este valor resulta muy cercano al diámetro máximo alcanzado en la presente investigación (7,163 mm) por la combinación Zutano + Fuerte, lo que evidencia una notable consistencia en el comportamiento de esta variable en plantones de palto producidos bajo condiciones de vivero. La ligera superioridad observada por Quispe (2017) podría atribuirse al efecto bioestimulante de Trichoderma harzianum, el cual favorece el desarrollo radicular, la absorción de nutrientes y el crecimiento vegetativo de las plantas. Por otro lado, Esgrina et al. (2026) registraron un diámetro de tallo de 3,00 mm; sin embargo, dicho resultado fue obtenido en condiciones de microinjerto in vitro. Debido a las diferencias metodológicas y ambientales existentes entre los sistemas de propagación in vitro y los viveros convencionales, la comparación

directa de ambos resultados resulta limitada. No obstante, estos antecedentes ponen de manifiesto que el diámetro del tallo puede variar considerablemente en función del método de propagación empleado, las condiciones de crecimiento y las prácticas de manejo aplicadas durante el desarrollo de los plantones.

Longitud de raíz

En la presente investigación, la longitud de raíz osciló entre 21,817 cm para la combinación Topa Topa + Fuerte y 24,061 cm para Antillano + Fuerte, evidenciando diferencias significativas entre los patrones evaluados. Estos resultados son comparables con los reportados por Yataco Cuzcano (2011), quien registró longitudes radiculares de 23,55 cm, 27,98 cm y 36,75 cm en plantones de palto Topa Topa en vivero. Asimismo, Barreto y Calzado (2019) reportaron valores de 24,77 cm a los 70 días y 32,99 cm a los 90 días en el patrón Zutano. En este contexto, la mayor longitud de raíz obtenida en el presente estudio (24,061 cm) se aproxima al valor de 24,77 cm reportado por Barreto y Calzado (2019), mientras que los valores registrados se encuentran dentro del rango inferior señalado por Yataco Cuzcano (2011), lo que indica que el desarrollo radicular alcanzado en Luricocha corresponde a niveles esperados para plantones de palto producidos en condiciones de vivero.

Las diferencias observadas entre estudios pueden atribuirse a factores genéticos, ambientales y de manejo agronómico. Mientras que la presente investigación evaluó el efecto de diferentes patrones sobre el desarrollo radicular y el prendimiento del injerto, Yataco Cuzcano (2011) y Barreto y Calzado (2019) analizaron principalmente la respuesta de los plantones a la aplicación de bioestimulantes como *Trichoderma spp.* y ácido giberélico. En consecuencia, la comparación debe centrarse en los valores absolutos de longitud de raíz y no en el efecto específico de los tratamientos, debido a que los factores experimentales evaluados fueron diferentes.

Desde el punto de vista fisiológico, la mayor longitud radicular observada en el patrón Antillano puede estar relacionada con una mayor capacidad de exploración del sustrato y una mayor eficiencia en la absorción de agua y nutrientes. De acuerdo con Hartmann et al. (2022), el crecimiento de las raíces constituye un indicador fundamental de la calidad de los plantones, ya que un sistema radicular

más desarrollado favorece el establecimiento de la planta después del trasplante y mejora su adaptación a condiciones ambientales adversas. Asimismo, Whiley et al. (2021) señalan que las diferencias genéticas entre portainjertos influyen directamente en la arquitectura y vigor del sistema radicular, determinando su capacidad de crecimiento y desempeño agronómico.

Por consiguiente, los resultados obtenidos confirman que el tipo de patrón ejerce una influencia significativa sobre el desarrollo radicular de los plantones de palto. La superioridad de la combinación Antillano + Fuerte sugiere una mejor respuesta fisiológica y una mayor capacidad de crecimiento de las raíces bajo las condiciones agroecológicas de Luricocha, constituyéndose en una alternativa promisoria para la producción de plantones de calidad destinados al establecimiento de plantaciones comerciales.

Número de hojas

En la presente investigación, el número de hojas osciló entre 8,49 hojas en la combinación Topa Topa + Fuerte y 10,16 hojas en Zutano + Fuerte, observándose diferencias atribuibles a la interacción entre el patrón y la variedad injertada. Estos resultados son consistentes con los reportados por Yataco Cuzcano (2011), quien registró un promedio de 9,15 hojas en plantones de palto en vivero, valor muy cercano a los obtenidos en el presente estudio. De igual manera, los resultados superan los valores reportados por Barreto y Calzado (2019), quienes encontraron entre 4,78 y 7,56 hojas durante las etapas iniciales de desarrollo de los patrones de palto, lo que sugiere un mayor desarrollo vegetativo de los plantones evaluados en Luricocha.

Asimismo, Acuña Álvarez (2017) reportó entre 13 y 17 hojas en plantas injertadas de palto, destacando un comportamiento favorable de la variedad Fuerte. Aunque estos valores son superiores a los encontrados en la presente investigación, la tendencia observada coincide parcialmente, ya que las combinaciones que involucraron la variedad Fuerte mostraron un adecuado desarrollo foliar, alcanzando el mayor número de hojas en asociación con el patrón Zutano. Las diferencias observadas entre ambos estudios podrían estar relacionadas con el estado fenológico de las plantas evaluadas, las condiciones ambientales de cultivo y las características genéticas de los materiales vegetales empleados. De manera

complementaria, Rodríguez Mallqui (2019), en un ensayo conducido en Huanta (Ayacucho) a 2623 m s. n. m. condiciones altitudinales semejantes a las de Luricocha y bajo un diseño completamente al azar con tres tratamientos (AG3, BAP y testigo), evaluó el número de hojas, la longitud del tallo, la longitud de la raíz y el diámetro del tallo a lo largo de 109 días después de la siembra, obteniendo entre 11 y 16,6 hojas con la aplicación de BAP, entre 9,2 y 14,6 con AG3 y entre 6,6 y 12,8 en el testigo.

Desde el punto de vista fisiológico, la producción de hojas constituye un indicador directo del vigor vegetativo y de la capacidad fotosintética de la planta. Según Hartmann et al. (2022), un mayor número de hojas favorece la acumulación de fotoasimilados y el crecimiento general de la planta, contribuyendo al éxito del proceso de injertación y al establecimiento posterior en campo. En este sentido, el mejor comportamiento observado en la combinación Zutano + Fuerte podría estar asociado a una mayor compatibilidad fisiológica entre patrón e injerto, lo que habría favorecido una mayor emisión foliar y una mejor actividad metabólica.

Por otra parte, aunque Asande et al. (2024) reportaron un promedio de 18,15 hojas y Esgrina et al. (2026) registraron 5,60 hojas, la comparación directa debe realizarse con cautela debido a las diferencias metodológicas existentes entre los estudios. En el primer caso, las evaluaciones fueron realizadas a los 90 días después del injerto utilizando semillas de gran tamaño, mientras que en el segundo estudio los resultados correspondieron a condiciones de microinjerto in vitro. Estas diferencias experimentales limitan la comparación cuantitativa directa, aunque confirman que el número de hojas es una variable altamente influenciada por el material genético y las condiciones de propagación.

En conjunto, los resultados obtenidos permiten afirmar que el número de hojas alcanzado por los plantones evaluados en Luricocha se encuentra dentro de los rangos reportados para la producción de palto en vivero. La superioridad observada en la combinación Zutano + Fuerte evidencia una respuesta favorable de esta interacción patrón–injerto, lo que podría traducirse en una mayor capacidad fotosintética y un mejor desempeño vegetativo durante las etapas iniciales de crecimiento.

Porcentaje de prendimiento del injerto

El porcentaje de prendimiento registrado en la presente investigación varió entre 84,27 % para la combinación Topa Topa + Fuerte y 91,68 % para Zutano + Fuerte, observándose que todos los tratamientos superaron el umbral del 80 %, valor considerado satisfactorio para la producción comercial de plantones injertados de palto. Estos resultados evidencian una elevada compatibilidad entre los patrones evaluados y las variedades comerciales utilizadas, lo que permitió alcanzar niveles de prendimiento adecuados para fines de viverización.

Los porcentajes obtenidos guardan similitud con los reportados por Tarazona Vargas (2019), quien al evaluar diferentes variedades de palto sobre patrón mexicano Topa Topa registró prendimientos de 88 % en la variedad Collinred y 84 % en Hall. Dichos valores se encuentran dentro del rango observado en el presente estudio, lo que confirma que los patrones pertenecientes a la raza mexicana presentan una adecuada afinidad fisiológica con diversas variedades comerciales de palto. Sin embargo, los resultados alcanzados fueron inferiores a los reportados por Acuña Álvarez (2017) y Salinas Vásquez (2021), quienes obtuvieron porcentajes de prendimiento de hasta 100 % mediante el empleo de injerto tipo púa sobre patrones mexicano y Zutano, respectivamente. De manera similar, Ticona (2024) reportó valores cercanos al 96–98 % utilizando patrón Zutano en combinación con las variedades Hass y Fuerte. Estas diferencias pueden atribuirse a factores como el método de injertación empleado, el estado fisiológico del patrón y del injerto, la calidad del material vegetativo y las condiciones ambientales presentes durante el proceso de cicatrización y unión vascular, aspectos ampliamente reconocidos como determinantes del éxito del prendimiento.

Por otro lado, los porcentajes obtenidos en esta investigación superaron ampliamente los valores de 51,85 % a 61,13 % reportados por Sánchez Ccahuana (2020) en condiciones de selva alta, donde se evaluó la influencia de las fases lunares sobre el prendimiento de injertos de palto. Esta diferencia, superior a 23 puntos porcentuales en todos los tratamientos, sugiere que factores como la compatibilidad genética entre patrón y variedad, el vigor del material vegetal y el manejo técnico del vivero tienen una influencia más determinante sobre el éxito del injerto que otros factores de carácter indirecto.

Supervivencia del injerto

El porcentaje de prendimiento registrado en el presente estudio osciló entre 84,27 % (Topa Topa + Fuerte) y 91,68 % (Zutano + Fuerte), evidenciando que todas las combinaciones evaluadas superaron el umbral del 80 %, considerado satisfactorio para la producción comercial de plantones injertados. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Tarazona Vargas (2019), quien reportó porcentajes de prendimiento de 88 % en la variedad Collinred y 84 % en Hall injertadas sobre patrón mexicano Topa Topa, valores que se ubican dentro del rango observado en la presente investigación. Esto confirma que los patrones de la raza mexicana presentan una adecuada compatibilidad con diversas variedades comerciales de palto.

De manera similar, Vílchez Cáceres (2017), al evaluar cinco técnicas de injertación en plantones de palto variedad Hass bajo condiciones de vivero, obtuvo porcentajes de prendimiento de 100 % para el injerto inglés simple, 90,25 % para el inglés doble y 80,25 % para la hendidura, mientras que los injertos por corona y parche alcanzaron únicamente 70,00 % y 60,25 %, respectivamente. Estos resultados sugieren que la técnica de injertación puede ejercer una influencia más marcada sobre el éxito del prendimiento que las diferencias entre patrones observadas en el presente estudio.

Asimismo, los porcentajes alcanzados fueron ligeramente inferiores al 100 % reportado por Acuña Álvarez (2017) y Salinas Vásquez (2021) utilizando injerto tipo púa sobre patrones mexicano y Zutano, respectivamente, así como a los valores cercanos al 96–98 % obtenidos por Ticona (2024) sobre patrón Zutano. Estas diferencias podrían estar relacionadas con factores como el tipo de injerto empleado, el estado fisiológico del patrón y de la púa, la calidad del material vegetal y las condiciones ambientales del vivero, aspectos reconocidos como determinantes en la formación exitosa de la unión patrón–injerto.

Desde el punto de vista estadístico, el análisis de varianza no evidenció efectos significativos del patrón ($F = 2,566$; $p = 0,061$) ni de la variedad ($p = 0,096$) cuando fueron evaluados de manera independiente. Sin embargo, se detectó una interacción significativa entre ambos factores ($F = 4,782$; $p = 0,004$), indicando que la respuesta al prendimiento dependió de la combinación específica patrón–

variedad. La prueba de Tukey corroboró la superioridad de la combinación Zutano + Fuerte, la cual conformó el grupo estadísticamente superior, diferenciándose de Zutano + Hass, Mexicano + Hass, Antillano + Hass y Topa Topa + Fuerte. Este comportamiento sugiere una mayor afinidad fisiológica entre el patrón Zutano y la variedad Fuerte, coincidiendo con lo señalado por Tarazona Vargas (2019), quien sostiene que el éxito del prendimiento está estrechamente ligado a la compatibilidad particular entre patrón e injerto, más que al efecto individual de cada componente.

En cuanto a la supervivencia de los injertos, los valores obtenidos en la presente investigación variaron entre 86,55 % y 93,66 %, superando el 78,95 % reportado por Nakakawa (2021) para la variedad Fuerte en condiciones de vivero en Uganda. Esta diferencia sugiere que las condiciones agroclimáticas y el manejo técnico implementado en Luricocha favorecieron una mayor permanencia de los injertos después del prendimiento. Del mismo modo, los resultados fueron comparables a los reportados por Vílchez Cáceres (2017), quien obtuvo porcentajes de éxito entre 80,25 % y 100 %, y se aproximan al 100 % informado por Salinas Vásquez (2021) mediante injerto tipo púa sobre patrón Zutano.

La combinación Zutano + Fuerte presentó el mayor porcentaje de supervivencia (93,66 %), lo que evidencia una elevada compatibilidad fisiológica entre ambos materiales. Este comportamiento puede explicarse por una adecuada formación del callo cicatricial y una eficiente conexión de los tejidos vasculares entre patrón e injerto, permitiendo el restablecimiento del transporte de agua, nutrientes, fotoasimilados y reguladores de crecimiento. De acuerdo con la teoría de compatibilidad patrón–injerto, estos procesos son fundamentales para garantizar la supervivencia y el desarrollo posterior de la planta injertada.

Nivel de vigor del injerto

El vigor del injerto, evaluado mediante una escala visual ordinal de cinco categorías (1 = muy bajo a 5 = excelente), registró los mayores promedios en las combinaciones Topa Topa + Hass y Topa Topa + Fuerte (4,80), seguidas por las combinaciones con patrón Zutano y Antillano (4,00–4,10), y los menores valores en Mexicano + Hass (3,90) y Mexicano + Fuerte (3,70). El predominio del patrón Topa Topa en el vigor de los plantones concuerda con lo observado por Salinas Vásquez (2021), quien sobre patrón Zutano halló los mayores indicadores de vigor

en el injerto tipo púa, con una altura de brote de 16,92 cm, un diámetro de tallo de 3,05 cm y 4,36 brotes por planta, confirmando que la combinación patrón-técnica de injerto determina de manera directa la calidad y el vigor del plantón. De forma similar, Acuña Álvarez (2017) reportó que la variedad Fuerte injertada en púa central alcanzó el mayor número de hojas (hasta 17), ramillas, diámetro de brote y longitud de yema, superando a los demás tratamientos; ello coincide con el buen desempeño que en el presente estudio mostraron las combinaciones con la variedad Fuerte sobre patrones vigorosos, aunque difiere en que aquí el patrón Mexicano resultó el de menor vigor, lo que sugiere que el efecto de la variedad sobre el vigor se encuentra condicionado por el patrón empleado. En esta misma línea, Tarazona Vargas (2019) evaluó el vigor a través de la altura del brote, el diámetro del brote, el número de hojas y el porcentaje de materia seca entre los 50 y 95 días después del injerto, y advirtió que el crecimiento se tornaba lento cuando existía un vigor equivalente entre la púa y el portainjerto, observación que refuerza la idea de que las diferencias de vigor entre patrones de distinta raza —como las halladas en el presente trabajo entre Topa Topa (mexicano) y los patrones antillanos— modulan el desarrollo del injerto. Asimismo, Ticona (2024), al medir la longitud del injerto, el número de hojas y el área foliar como indicadores de vigor sobre patrón Zutano, encontró diferencias atribuibles tanto a la variedad como al tipo de injerto, en concordancia con la interacción patrón-variedad detectada en este estudio. Cabe señalar que, dada la naturaleza ordinal de la variable, la prueba de Shapiro-Wilk rechazó el supuesto de normalidad en todos los tratamientos ($p < 0,05$), por lo que se aplicó de manera apropiada la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, que resultó altamente significativa ($H = 35,571$; $gl = 7$; $p < 0,001$), y la comparación post hoc de Dunn con corrección de Bonferroni, procedimiento estadístico que se ajusta a las recomendaciones metodológicas para variables medidas en escalas ordinales y que otorga mayor robustez a las diferencias de vigor encontradas entre las combinaciones patrón-variedad evaluadas.

En cuanto al vigor, evaluado en esta investigación mediante una escala visual ordinal de cinco categorías (1 = muy bajo a 5 = excelente), los mayores promedios correspondieron a las combinaciones Topa Topa + Hass y Topa Topa + Fuerte (4,80), seguidas por las combinaciones con patrón Zutano y Antillano (4,00–4,10) y, en último lugar, Mexicano + Hass (3,90) y Mexicano + Fuerte (3,70), con

diferencias altamente significativas según la prueba de Kruskal-Wallis ($H = 35,571$; $gl = 7$; $p < 0,001$). Esta superioridad de los patrones de la raza mexicana, en especial Topa Topa, coincide con lo reportado por Conde Vilca (2019) en Ayacucho, quien al evaluar la obtención de portainjertos de palto mediante el corte de semillas, la estratificación en frío y la aplicación de microorganismos eficientes —bajo un diseño completamente randomizado con 36 tratamientos y prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$)— determinó que el mejor tratamiento alcanzó una altura de planta de 41,03 cm, 23 hojas y un diámetro de tallo de 7,25 mm, además de promover la germinación precoz a los 12,50 días, con porcentajes de materia seca aérea de 29,99 % y radicular de 22,08 %; el autor concluyó que el corte de la semilla y la eliminación de la testa permiten obtener portainjertos listos para ser injertados a los seis meses de edad, mientras que la estratificación en frío prolonga la germinación y reduce el desarrollo del portainjerto.

Costos de producción y rentabilidad económica

El análisis económico evidenció que la rentabilidad de las combinaciones patrón–variedad evaluadas estuvo determinada principalmente por las diferencias en los costos de producción, dado que el ingreso bruto se mantuvo constante en S/ 13 000,00 para todos los tratamientos. Los costos totales oscilaron entre S/ 7 237,00 para la combinación Antillano + Hass (T1) y S/ 8 602,00 para Zutano + Fuerte (T4), lo que se reflejó directamente en la utilidad neta, la relación beneficio/costo y la rentabilidad porcentual. En este contexto, Antillano + Hass presentó el mejor desempeño económico, con una utilidad neta de S/ 5 763,00, una relación beneficio/costo de 1,80 y una rentabilidad neta de 79,63 %, mientras que Zutano + Fuerte registró los menores indicadores económicos (B/C = 1,51 y rentabilidad neta = 51,13 %). Estos resultados demuestran que una mayor inversión no necesariamente se traduce en una mayor rentabilidad, especialmente cuando los ingresos generados son similares entre tratamientos.

Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Huamán Mancilla (2022), quien encontró que los costos de producción explican gran parte de la variabilidad de la rentabilidad en el cultivo de palta Hass, alcanzando un coeficiente de determinación (R^2) de 88,89 %. El autor concluye que la optimización de los costos constituye uno de los principales factores para mejorar los márgenes

económicos del productor. Esta afirmación respalda los hallazgos del presente estudio, donde la diferencia de rentabilidad entre tratamientos estuvo asociada exclusivamente a la estructura de costos, puesto que los ingresos permanecieron constantes. En consecuencia, los tratamientos con menores costos de producción generaron mayores beneficios económicos y una recuperación más eficiente de la inversión realizada.

De manera similar, Huamán Berrio y López Auquis (2025) señalaron que la rentabilidad de la producción de palta Hass depende significativamente de la eficiencia en el manejo de los factores productivos. Aunque su investigación fue desarrollada en huertos comerciales y no en vivero, los autores destacan que la adecuada gestión de los recursos permite maximizar el retorno económico de la actividad agrícola. Este comportamiento guarda concordancia con los resultados obtenidos en Luricocha, donde las combinaciones menos costosas presentaron mayores niveles de utilidad neta y mejores indicadores de rentabilidad.

A nivel regional, Zucchetti Ruiz (2023), al evaluar diferentes fuentes y niveles de biol en la producción de plantones de palto en vivero, reportó relaciones beneficio/costo de 4,56; 4,04 y 3,80 para los tratamientos más eficientes, con índices de rentabilidad de 356 %, 304 % y 280 %, respectivamente. Estos valores superan ampliamente la relación beneficio/costo máximo registrada en la presente investigación (1,80). Sin embargo, esta diferencia puede atribuirse a que el estudio citado evaluó tecnologías de bajo costo orientadas a mejorar el crecimiento de los plantones mediante biofertilizantes, mientras que la presente investigación involucró la propagación de diferentes patrones e injertos, proceso que demanda mayores costos de adquisición, manejo y establecimiento del material vegetal.

Asimismo, Mallqui Medrano (2025) reportó una relación beneficio/costo máximo de 1,48 en la producción de plantones injertados de palto tratados con bioestimulantes. Este valor es inferior al obtenido por la combinación Antillano + Hass (1,80), lo que evidencia que las combinaciones patrón–variedad evaluadas en el presente estudio poseen un atractivo económico importante para la producción comercial de plantones. Además, demuestra que la adecuada selección del patrón puede contribuir no solo al desempeño agronómico de la planta, sino también a mejorar la eficiencia económica del sistema de producción.

Por otra parte, Salinas Vásquez (2021), al evaluar distintos tipos de injerto sobre patrón Zutano en las variedades Hass y Fuerte, encontró que el injerto tipo púa presentó los mayores porcentajes de prendimiento (100 %) y los mejores indicadores de crecimiento vegetativo. Estos resultados sugieren que una mayor eficiencia agronómica puede contribuir a mejorar la rentabilidad cuando no implica incrementos significativos en los costos de producción. Sin embargo, en la presente investigación se observó que la combinación Zutano + Fuerte, a pesar de mostrar uno de los mejores desempeños agronómicos en términos de prendimiento y supervivencia, registró la menor rentabilidad económica debido a los mayores costos asociados a su establecimiento. Este hallazgo pone de manifiesto que el éxito biológico de una combinación patrón–injerto no siempre se traduce en una ventaja económica para el viverista.

Desde una perspectiva más amplia, diversos estudios económicos sobre la producción de aguacate destacan que la rentabilidad depende del equilibrio entre productividad e inversión. En sistemas comerciales de palta Hass se han reportado inversiones iniciales que oscilan entre US$ 9 500 y US$ 13 500 por hectárea, estimándose la recuperación de la inversión alrededor del sexto año de producción. Estos antecedentes demuestran que el control de los costos de establecimiento constituye un factor determinante para garantizar la sostenibilidad económica de los proyectos agrícolas. De manera complementaria, estudios de prefactibilidad realizados en sistemas de producción de palto en zonas andinas del Perú muestran que proyectos con elevados costos iniciales pueden presentar indicadores económicos desfavorables, como valores actuales netos (VAN) negativos de S/ 28 466,57 y tasas internas de retorno (TIR) de apenas 13 %, mientras que la incorporación de estrategias de financiamiento mejora significativamente estos indicadores, alcanzando VAN de S/ 13 928,88 y TIR de 26 %. Estos resultados corroboran la importancia de optimizar los costos de inversión para maximizar la rentabilidad.

Desde el punto de vista teórico, los resultados pueden explicarse mediante los principios de la economía de la producción agrícola, los cuales establecen que la utilidad neta es función de la diferencia entre ingresos totales y costos totales. Cuando el nivel de ingresos permanece constante, como ocurrió en la presente investigación, cualquier incremento en los costos reduce automáticamente la

utilidad neta, la rentabilidad porcentual y la relación beneficio/costo. Bajo este enfoque, el mejor desempeño económico de Antillano + Hass se explica por su menor requerimiento de inversión, mientras que Zutano + Fuerte, a pesar de su superior comportamiento agronómico, presentó menores beneficios económicos debido al incremento de los costos de producción.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

A partir de la evaluación productiva y económica de cuatro patrones de palto (Antillano, Zutano, Topa Topa y Mexicano) injertados con las variedades comerciales Hass y Fuerte, realizada en condiciones de vivero en el distrito de Luricocha, y en respuesta a los objetivos planteados en la investigación, se formulan las siguientes conclusiones.

La propagación de patrones de palto y su posterior injertación con las variedades Hass y Fuerte resultó productiva y económicamente viable en las condiciones del distrito de Luricocha, puesto que todas las combinaciones evaluadas alcanzaron porcentajes de prendimiento superiores al 80 % y relaciones beneficio/costo mayores a la unidad. El prendimiento del injerto no estuvo determinado por el patrón ni por la variedad de manera independiente, sino por la interacción específica entre ambos componentes ($F = 4{,}782$; $p = 0{,}004$), lo que confirma la hipótesis de la investigación. La combinación Zutano + Fuerte exhibió el mejor desempeño productivo —mayor altura de planta (32,11 cm), mayor número de hojas (10,16), mayor prendimiento (91,68 %) y mayor supervivencia (93,66 %)—, mientras que la combinación Antillano + Hass constituyó la alternativa económicamente más eficiente (relación beneficio/costo de 1,80 y rentabilidad neta de 79,63 %). En consecuencia, el óptimo productivo y el óptimo económico no coincidieron, evidenciando que la selección del patrón para la producción comercial de plantones de palto debe formularse en función del objetivo prioritario del productor, integrando de manera equilibrada los criterios agronómicos, económicos y fitosanitarios.

El comportamiento productivo de los patrones, expresado en las variables vegetativas evaluadas, estuvo gobernado principalmente por el genotipo del portainjerto. El factor patrón ejerció un efecto altamente significativo sobre la altura de planta ($F = 13,597$; $p < 0,001$), ubicando al patrón Zutano como el de mayor crecimiento (32,03 cm), estadísticamente superior al patrón Mexicano (29,48 cm), que registró el menor desarrollo en altura. Asimismo, el patrón influyó significativamente sobre la longitud de raíz ($F = 3,126$; $p = 0,031$). En contraste, el diámetro del tallo ($p = 0,259$) y el número de hojas ($p = 0,156$) no presentaron diferencias significativas atribuibles al patrón de manera aislada. Se concluye, por tanto, que los patrones de tipo mexicano vigoroso, como Zutano, favorecieron un mayor desarrollo vegetativo aéreo y radicular en la fase de vivero, constituyendo la elección más adecuada cuando el objetivo es obtener plantones de mayor desarrollo en menor tiempo.

La comparación del desempeño productivo de las combinaciones patrón–variedad evidenció que la interacción entre ambos factores fue el efecto determinante sobre los indicadores de éxito del injerto. Esta interacción resultó estadísticamente significativa para la longitud de raíz ($F = 3,563$; $p = 0,018$), el número de hojas ($F = 6,432$; $p = 0,001$), el porcentaje de prendimiento ($F = 4,782$; $p = 0,004$) y la supervivencia del injerto ($F = 6,968$; $p < 0,001$). La combinación Zutano + Fuerte se consolidó como la de mejor desempeño global, alcanzando los mayores valores de prendimiento (91,68 %), supervivencia (93,66 %) y emisión foliar (10,16 hojas), mientras que la combinación Topa Topa + Fuerte mostró el comportamiento menos favorable en prendimiento (84,27 %) y supervivencia (86,55 %). En cuanto al vigor del injerto, evaluado mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis ($H = 35,571$; $p < 0,001$), las combinaciones con patrón Topa Topa obtuvieron las mejores valoraciones (4,80 puntos), en tanto que el patrón Mexicano combinado con Fuerte registró el menor vigor (3,70 puntos). Se concluye que el desempeño productivo no puede atribuirse a un patrón

en forma aislada, sino a su afinidad específica con la variedad injertada, por lo que la recomendación de un portainjerto debe establecerse siempre en función de la variedad comercial a propagar.

El análisis de la rentabilidad económica demostró que la propagación de plantones injertados de palto fue rentable en todas las combinaciones evaluadas, al registrar relaciones beneficio/costos superiores a la unidad. Los costos totales de producción variaron entre S/ 7 237,00 (Antillano + Hass) y S/ 8 602,00 (Zutano + Fuerte), diferencia explicada fundamentalmente por el componente de insumos, dado que los costos directos representaron entre el 82 % y el 84 % del costo total. Con un ingreso bruto uniforme de S/ 13 000,00, la combinación Antillano + Hass resultó la más eficiente, al obtener la mayor utilidad neta (S/ 5 763,00), la relación beneficio/costo más alta (1,80) y la mayor rentabilidad neta porcentual (79,63 %); por el contrario, la combinación Zutano + Fuerte —pese a su mejor desempeño agronómico— presentó la menor rentabilidad (relación beneficio/costo de 1,51 y rentabilidad neta de 51,13 %), debido a sus mayores costos de establecimiento. Se concluye que los patrones Antillano y Mexicano, por su menor costo de insumos y su prendimiento satisfactorio (superior al 85 %), ofrecen mayores ventajas económicas para la producción comercial de plantones, y que la maximización de la respuesta biológica no equivale necesariamente a la maximización del beneficio económico.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

Adoptar un criterio de selección de patrones de doble enfoque que pondere simultáneamente el desempeño productivo y la rentabilidad económica, dado que ambos óptimos no coincidieron. Para viveros orientados a la calidad del plantón se recomienda la combinación Zutano + Fuerte, mientras que para viveros orientados a la rentabilidad inmediata se recomienda la combinación Antillano + Hass; en ambos casos, la decisión debe complementarse con un diagnóstico fitosanitario del suelo donde se establecerá la futura plantación.

Promover la transferencia de estos resultados a los productores y viveristas de Luricocha y zonas agroecológicas similares mediante jornadas de capacitación y parcelas demostrativas, con el fin de difundir las combinaciones patrón–variedad de mejor comportamiento y fomentar la producción local de plantones injertados de calidad, reduciendo la dependencia de material vegetal procedente de otras regiones.

Priorizar el empleo de patrones de tipo mexicano vigoroso, como Zutano, cuando el objetivo del vivero sea obtener plantones con mayor desarrollo vegetativo aéreo y radicular en el menor tiempo posible, puesto que el patrón ejerció un efecto altamente significativo sobre la altura de planta ($p < 0,001$) y la longitud de raíz ($p = 0,031$).

Estandarizar y registrar las condiciones de manejo en vivero, sustrato, riego, temperatura, fertilización y edad del patrón al momento de injertar—. Se sugiere injertar cuando el patrón alcance el diámetro adecuado

(aproximadamente el grosor de un lápiz, hacia los tres a cuatro meses de edad) para favorecer una unión vascular eficiente y un crecimiento uniforme.

Formular las recomendaciones de portainjerto siempre en función de la variedad comercial a injertar y no de manera aislada, ya que la interacción patrón–variedad fue el efecto determinante sobre el prendimiento ($p = 0,004$), la supervivencia ($p < 0,001$), la longitud de raíz ($p = 0,018$) y el número de hojas ($p = 0,001$). Se recomienda la combinación Zutano + Fuerte por su desempeño superior y evitar Topa Topa + Fuerte, que registró los menores valores de prendimiento y supervivencia.

Complementar la evaluación del éxito del injerto con observaciones fisiológicas y anatómicas de la zona de unión —continuidad vascular, formación del callo y ausencia de sobrecrecimientos— además de los indicadores morfológicos, para detectar oportunamente signos de incompatibilidad tardía que podrían comprometer la permanencia del injerto.

Optimizar la estructura de costos de producción, particularmente el componente de insumos, que representó entre el 82 % y el 84 % del costo total. Se recomienda privilegiar combinaciones de menor costo y prendimiento satisfactorio, como Antillano + Hass o Mexicano + Hass, que alcanzaron las mayores relaciones beneficio/costo (1,80 y 1,75, respectivamente).

Incorporar de forma sistemática el cálculo del costo unitario por plantón injertado y el análisis de sensibilidad de precios en futuros estudios. Asimismo, evaluar la rentabilidad a mediano y largo plazo considerando el riesgo fitosanitario, dado que el patrón Antillano, pese a su eficiencia económica, es susceptible a la pudrición radicular causada por Phytophthora cinnamomi, mientras que el patrón Mexicano de bajo costo y mayor tolerancia podría ser una alternativa más sostenible en suelos con antecedentes de la enfermedad.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS

Acuña Álvarez, J. (2017). *Evaluación de tres métodos de injerto de palto (Persea americana Mill.) en vivero, Vilcabamba–La Convención–Cusco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio Institucional UNSAAC. https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/1909

Ahsan, M. U., Hayward, A., Alam, M., Bandaralage, J. H., Topp, B., Beveridge, C. A., & Mitter, N. (2019). Scion control of miRNA abundance and tree maturity in grafted avocado. BMC Plant Biology, 19, 382. https://doi.org/10.1186/s12870-019-1994-5

Asande, L. K., Ombori, O., & Nyaboga, E. N. (2025). *Rootstock developments in avocado: Selection of rootstocks for biotic and abiotic stress mitigation*. *Plant Science Today*. https://doi.org/10.14719/pst.8828

Barrientos-Priego, A. F., Muñoz-Pérez, R., Velasco-Cárdenas, J. J., Medina-Torres, R., & Gómez-Aguilar, J. R. (2004). Selecciones de aguacate con potencial de uso como portainjertos. I. Prendimiento y crecimiento de injertos. *Revista Fitotecnia Mexicana, 27*(1), 23–30. https://revfitotecnia.mx/index.php/RFM/article/view/1219

Barreto Cabrera, C. A., & Calzado Emiterio, Y. M. (2019). *Uso del ácido giberélico en la germinación de tres patrones de palto (Persea americana Mill.) en condiciones de vivero* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional UNJFSC. https://repositorio.unjfsc.edu.pe/

Ben-Ya'acov, A., Michelson, E., & Sela, I. (1993). Rootstock effect on avocado vigor and productivity. *Acta Horticulturae, 349*, 191–196. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1993.349.30

Bernales, C. A. (1997). *Implementación técnica de etiolación y acodo en la propagación clonal de paltos (Persea americana Mill.)* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Valparaíso]. Biblioteca INIA. https://biblioteca.inia.cl/items/c2eefb34-9756-4780-8598-c4696a54bc63

Burdon, J. (2026). Postharvest quality and disorders of 'Hass' avocado fruit. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 54(2), e70188. https://doi.org/10.1002/nzc2.70188

Cano Gallego, L. E., Bernal Estrada, J. A., Hernández Arredondo, J. D., Correa Londoño, G. A., & Córdoba Gaona, O. J. (2023). Graft compatibility effects on cv. Hass avocado fruit growth. *Ciência e Agrotecnologia, 47*, 1–16.

Castro, M., Iturrieta, R., & Fassio, C. (2016). Clonal propagation of the avocado: Effects of the rooting step on graft union formation and development. *Ciencia e Investigación Agraria, 43*(2), 277–285. https://doi.org/10.4067/S0718-16202016000200006

Castañeda Ampuero, C. (2024). *Influencia de abonos orgánicos en tres patrones de palto (Persea americana Mill.) variedades Topa Topa, Mexicola y Zutano en el vivero de Chontay, distrito de Lambrama–Apurímac* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes].

Cervera Rosales, J. A., & Castro Chang, Y. M. (2024). *Efecto de la aplicación de tres dosis de ácido giberélico en la germinación de semillas de palto (Persea americana) en vivero* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa]. https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4735

Chen, H., Morrell, P. L., Ashworth, V. E. T. M., de la Cruz, M., & Clegg, M. T. (2019). Genetic diversity of avocado (Persea americana Mill.) germplasm using pooled sequencing. BMC Genomics, 20, 639. https://doi.org/10.1186/s12864-019-5672-7

Conde Vilca, P. R. (2019). *Estratificación en frío, corte de semillas y microorganismos eficientes en la propagación sexual de palto (Persea americana Mill.)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional UNSCH. https://repositorio.unsch.edu.pe/items/28ac9191-8484-4f20-aa61-7502144851c0

Cortés, A. J., Restrepo-Montoya, M., & Bedoya-Canas, L. E. (2022). Inheritance of rootstock effects in avocado (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. *Frontiers in Plant Science, 12*, 555071. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7785968/

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.). SAGE Publications.

Dreher, M. L., & Davenport, A. J. (2023). Hass avocado composition and potential health benefits. Nutrients, 15(13), 3125. https://doi.org/10.3390/nu15132516

Esgrina, F. O., Jr., Tan, R. J., & Baldo, N. B. (2026). Microclonal success of avocado using different scions and clonal rootstock varieties. *Asia-Pacific Journal of Science and Technology*. https://so01.tci-thaijo.org/index.php/APST/article/view/282203

Fassio, C., Cautin, R., Pérez-Donoso, A. G., Bonomelli, C., & Castro, M. (2016). Propagation techniques and grafting modify the morphological traits of roots and biomass allocation in avocado trees. *HortTechnology, 26*(1), 63–69. https://doi.org/10.21273/HORTTECH.26.1.63

Feng, M., Augstein, F., Kareem, A., & Melnyk, C. W. (2024). Plant grafting: Molecular mechanisms and applications. Molecular Plant, 17(1), 75–91. https://doi.org/10.1016/j.molp.2023.12.006

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2025). *FAOSTAT statistical database*. FAO. https://www.fao.org/faostat

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2026). Major tropical fruits market review: Preliminary results 2025. FAO. FAO – Major Tropical Fruits Market Review

González-Flórez, N. E., Barrientos-Priego, A. F., Campos-Rojas, E., Colinas y León, M. T. B., & Sánchez-García, P. (2025). Root systems of five clonal avocado genotypes. *Horticulturae, 11*(3), 232. https://doi.org/10.3390/horticulturae11030232

Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. L. (2022). *Hartmann and Kester's plant propagation: Principles and practices* (10th ed.). Pearson Education.

Hernández, I., Molina, V., Fuentealba, C., Álvaro, J. E., Defilippi, B. G., & Pedreschi, R. (2023). Do rootstocks influence global fruit quality, postharvest performance and metabolite profiles of Persea americana cv. Hass? Horticulturae, 9(2), 184. https://doi.org/10.3390/horticulturae9020184

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Education.

Huamán Mancilla, N. (2022). *Factores que influyen en el nivel de rentabilidad por la producción de palta Hass en el valle de Limatambo, 2020* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Austral del Cusco].

Huamán Berrio, H. R., & López Auquis, L. (2025). *Factores productivos y rentabilidad de la producción de palta Hass de la Asociación Frutícola de*

Palta del distrito de Limatambo, 2023 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].

Jiménez González, M. del R., Casanova Lerma, L., Morales Sillero, A. M., Rallo Morillo, P., Suárez García, M. P., Arenas Arenas, F. J., & Cerda García, A. (2023). Propagación vegetal: Prácticas (2.ª ed.). Editorial Universidad de Sevilla.

Lal, M., Jamwal, M., Sood, Y., Bakshi, P., Sharma, N., Sharma, S., & Kumar, S. (2023). Micropropagation of fruit crops: A review. Plant Science Today, 10(1), 108–117. https://doi.org/10.14719/pst.1847

Li, H., Zhang, Y., Wang, X., & Chen, J. (2023). Interactions between rootstock and scion during grafting and their molecular regulation mechanism. *Scientia Horticulturae, 308*, 111554. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111554

Mallqui Medrano, G. P. (2025). *Crecimiento de plantones injertados de Persea americana (palto) en dos variedades Hass y Fuerte utilizando dos bioestimulantes a tres dosis en Tingo María, Huánuco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].

Martínez-Lüscher, J., et al. (2024). Metabolite profiling and hormone analysis of the synchronized exocarp-mesocarp development during ripening of cv. 'Fuerte' and 'Hass' avocado fruits. Food Bioscience, 60, 104454. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.104454

Menezes, R. C., et al. (2024). Alternate bearing in 'Hass' avocado: Fruit loadinduced changes in bud auxin homeostasis are associated with flowering repression. Journal of Experimental Botany, 75(18), 5717–5730. https://doi.org/10.1093/jxb/erae302

Moraes, A. F. G., Micheletti, L. B., Santoro, M. B., dos Santos, N. T., Avilés, T. C., & da Silva, S. R. (2022). Horticultural performance of 'Hass' avocado grafted onto seedling and clonal rootstocks under tropical wet-dry climate conditions. *Scientia Horticulturae, 302*, 111155. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111155

Moraes, P. L. R. de, et al. (2024). The pulp, peel, seed, and food products of Persea americana as sources of bioactive phytochemicals with cardioprotective properties: A review. International Journal of Molecular Sciences, 25(24), 13622. https://doi.org/10.3390/ijms252413622

Núñez-Lillo, G., Ponce, E., Beyer, C. P., Álvaro, J. E., Meneses, C., & Pedreschi, R. (2024). A first omics data integration approach in Hass avocados to evaluate

rootstock–scion interactions: From aerial and root plant growth to fruit development. Plants, 13(5), 603. https://doi.org/10.3390/plants13050603

Olivares, D., Ulloa, P. A., Vergara, C., García-Rojas, M. A., Pedreschi, R., CamposVargas, R., & Defilippi, B. G. (2024). Effects of delaying the storage of

'Hass' avocados under a controlled atmosphere on skin color, bioactive compounds and antioxidant capacity. Plants, 13(11), 1455. https://doi.org/10.3390/plants1311145

Rendón-Anaya, M., Ibarra-Laclette, E., Méndez-Bravo, A., Lan, T., Zheng, C., Carretero-Paulet, L., & Herrera-Estrella, L. (2019). Genome-wide SNP discovery and genomic characterization in avocado (Persea americana Mill.). Scientific Reports, 9, 16901. https://doi.org/10.1038/s4159801956526-4

Restrepo-Osorio, C., Hernández-Pérez, M. I., y Tabares, M. S. (2026). An efficient protocol for clonal propagation of avocado (Persea americana Mill.) rootstocks via etiolation-enhanced micropropagation. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. https://doi.org/10.1007/s11240-026-03386-2

Rodríguez Mallqui, B. (2019). *Evaluación del crecimiento de plántulas de palto con aplicaciones de reguladores de crecimiento en condiciones de vivero* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Institucional UNH. https://repositorio.unh.edu.pe/items/5fad7c31-dbc4-4d42-a4cd-9f0c6899998a

Royal Botanic Gardens, Kew. (2026). Persea americana Mill. Plants of the World Online. Plants of the World Online – Persea americana

Salinas Vásquez, B. (2021). *Tipos de injerto en patrón Zutano con variedades Fuerte y Hass en vivero Carhuaz–Áncash* [Tesis de pregrado, Universidad José Carlos Mariátegui].

Sánchez Ccahuana, R. (2020). *Evaluación del efecto de las fases lunares en tres tipos de injerto en dos variedades de palto (Persea americana) en condiciones de vivero, La Convención–Cusco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].

Tarazona Vargas, L. A. (2019). *Comparativo de diez variedades de palto (Persea americana Mill.) sobre patrón mexicano Topa Topa a nivel de vivero en Tingo María* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].

Ticona, S. O. J. (2024). *Evaluación de tres tipos de injerto en las variedades de palto (Persea americana Mill.) Hass y Fuerte sobre patrón Zutano bajo*

condiciones de vivero [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann].

Vílchez Cáceres, S. (2017). *Evaluación de diferentes tipos de injerto en plantones de palto (Persea americana Mill.) variedad Hass en condiciones de vivero en Pachachaca Baja–Abancay* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes].

Whiley, A. W., Schaffer, B., & Wolstenholme, B. N. (2021). *The avocado: Botany, production and uses* (2nd ed.). CABI Publishing.

Yataco Cuzcano, E. J. (2011). *Efecto de la aplicación de diferentes dosis de Trichoderma harzianum sobre el crecimiento de palto (Persea americana Mill.) var. Topa Topa en vivero, bajo condiciones de Lunahuaná* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional UNJFSC. https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/112

Zucchetti Ruiz, A. (2023). *Fuentes y niveles de biol en el crecimiento de plantones de Persea americana (palto) en vivero* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]

ANEXOS

Anexo A

Matriz de consistencia

Evaluación productiva y económica de la propagación de patrones y su efecto en el prendimiento del injerto de palta (*Persea americana* Mill.) variedades Hass y Fuerte, en Luricocha

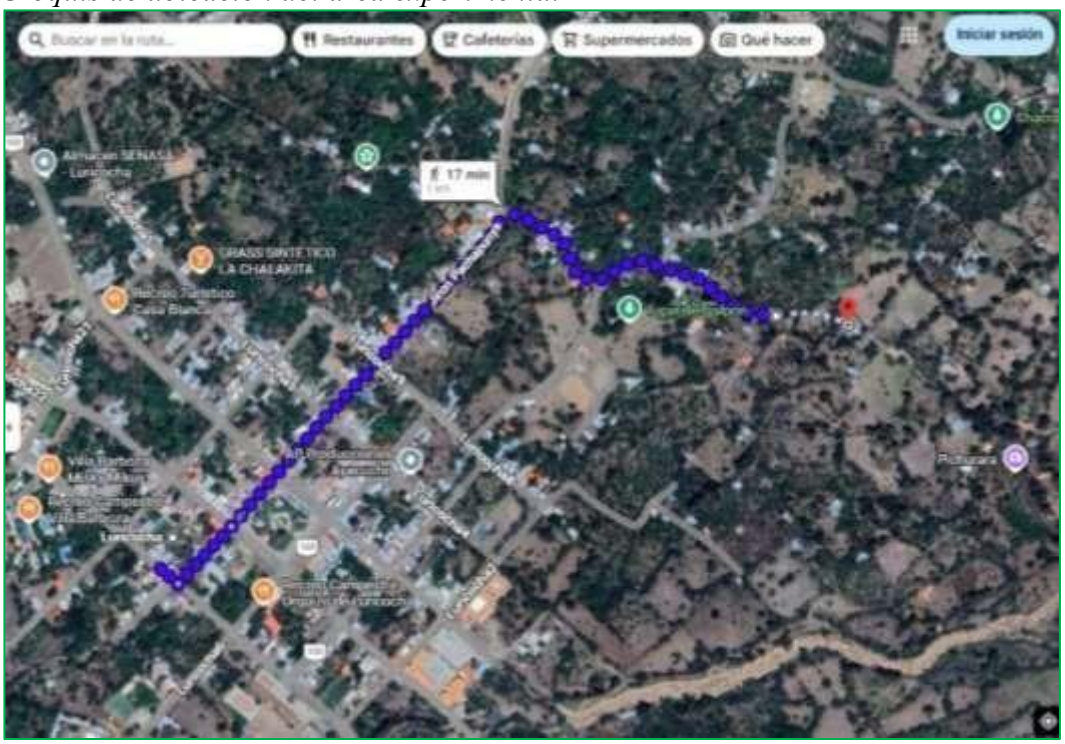
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
Problema general: ¿Cuál es el comportamiento productivo y económico de la propagación de patrones y cuál es su efecto en el prendimiento del injerto de palta (*Persea americana* Mill.) de las variedades Hass y Fuerte en el distrito de Luricocha?	**Objetivo general:** Evaluar productiva y económicamente la propagación de patrones y su efecto en el prendimiento del injerto de palta (*Persea americana* Mill.) variedades Hass y Fuerte, en el distrito de Luricocha.	**Hipótesis general:** La propagación de diferentes patrones influye significativamente en el comportamiento productivo, el porcentaje de prendimiento del injerto y la rentabilidad económica de la producción de plantones de palta (*Persea americana* Mill.) de las variedades Hass y Fuerte en el distrito de Luricocha.	**Variable independiente:** Tipo de patrón e injerto utilizado en la propagación de plantas de palta	**Tipo:** Cuantitativa experimenta l**Nivel:** Aplicativo **Método:** Experimental **Diseño:** Diseño Completos al Azar (DCA) con arreglo factorial

Problemas específicos: ✦ ¿Cuál es el comportamiento productivo de los patrones propagados destinados al injerto de palta (*Persea americana* Mill.) de las variedades Hass y Fuerte en condiciones de vivero? ✦ ¿Qué diferencias existen en el desempeño productivo de los patrones utilizados en el injerto al emplear varetas (barillas) de las variedades Hass y Fuerte de palta (Persea americana Mill.) en condiciones de vivero del distrito de Luricocha? ✦ ¿Cuál es la rentabilidad económica de la propagación de los patrones utilizados para el injerto de palta, considerando el porcentaje de prendimiento, los costos de producción y el costo unitario por plantón injertado en el distrito de Luricocha?	**Objetivos específicos:** ✦ Evaluar el comportamiento productivo de los patrones propagados, destinados al injerto de palta (*Persea americana* Mill.), variedades Hass y Fuerte, en condiciones de vivero. ✦ Comparar el desempeño productivo de los patrones utilizados en el injerto, empleando varetas (barillas) de palta Hass y Fuerte, en condiciones de vivero del distrito de Luricocha. ✦ Analizar la rentabilidad económica de la propagación de los patrones, considerando el porcentaje de prendimiento del injerto, los costos de producción y el costo unitario por plantón injertado.	**Hipótesis específicas:** ✦ Existen diferencias significativas en el comportamiento productivo de los patrones propagados destinados al injerto de palta (*Persea americana* Mill.) de las variedades Hass y Fuerte en condiciones de vivero. ✦ Los patrones utilizados presentan diferencias significativas en el desempeño productivo y en el porcentaje de prendimiento del injerto cuando se emplean varetas (barillas) de las variedades Hass y Fuerte en condiciones de vivero del distrito de Luricocha. ✦ La rentabilidad económica de la propagación de los patrones difiere significativamente en función del porcentaje de prendimiento del injerto, los costos de producción y el costo unitario por plantón injertado.	**Variable dependiente:** Comportamiento productivo de los patrones Desempeño productivo de las plantas injertadas Rentabilidad económica de las plantas injertadas	**Población:** Todos los plantones de palto (*Persea americana*). **Muestra:** 10 plantas injertadass distribuidos en 8 tratamientos **Muestreo:** Muestreo aleatorio simple. **Técnicas de recolección de datos:** Fichas de campo para registro de parámetros agronómicos y calidad. **Instrumentos comunes:** Balanza de precisión, calibrador Vernier, refractómetro portátil, reactivos de laboratorio, cuadernos y etiquetas para registro.

Nota: La matriz de consistencia muestra la articulación entre el problema de investigación, objetivos, hipótesis, variables, dimensiones, indicadores y metodología empleada en el estudio.

Anexo
Anexo B

Croquis de ubicación del área experimental



Nota. Ubicación geográfica del vivero donde se desarrolló la investigación en el distrito de Luricocha, provincia de Huanta, región Ayacucho.

Anexo C

Distribución experimental de los tratamientos bajo Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial 4 × 2

Fila 1	T5	T2	T7	T1	T8
Fila 2	T4	T6	T3	T5	T2
Fila 3	T8	T1	T4	T7	T3
Fila 4	T6	T2	T5	T8	T1
Fila 5	T3	T7	T4	T6	T8
Fila 6	T1	T5	T2	T3	T7
Fila 7	T4	T6	T8	T1	T5

Fila 8	T2	T3	T7	T4	T6

Nota. T1 = Zutano × Hass; T2 = Zutano × Fuerte; T3 = Topa Topa × Hass; T4 = Topa Topa × Fuerte; T5 = Antillano × Hass; T6 = Antillano × Fuerte; T7 = mexicano × Hass; T8 = mexicano × Fuerte.

D

Descripción de los tratamientos evaluados en la propagación de patrones y prendimiento de injertos de palta (Persea americana Mill.)

Tratamiento	**Código**	**Patrón (Factor A)**	**Variedad de injerto (Factor B)**	**Número de plantas**
T1	A_1B_1	Zutano	Hass	100
T2	A_1B_2	Zutano	Fuerte	100
T3	A_2B_1	Topa Topa	Hass	100
T4	A_2B_2	Topa Topa	Fuerte	100
T5	A_3B_1	Antillano	Hass	100
T6	A_3B_2	Antillano	Fuerte	100
T7	A_4B_1	Mexicano	Hass	100
T8	A_4B_2	Mexicano	Fuerte	100
Total	—	—	—	**800**

Nota. A_1 = Patrón Zutano; A_2 = Patrón Topa Topa; A_3 = Patrón Antillano; A_4 = Patrón Mexicano; B_1 = variedad Hass; B_2 = variedad Fuerte. El experimento se estableció bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial 4 × 2, conformado por ocho tratamientos y diez unidades experimentales por tratamiento, totalizando 80 plantas evaluadas.

Anexo E

Datos de las variables e indicadores

T	Factor A	Factor B	Planta	Altura (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Longitud de raíz (cm)	Número de hojas (unid.)	Porcentaje de prendimiento (%)	Supervivencia del injerto (%)	Vigor del injerto
1	1	1	1	32,28	6,15	22,74	10,50	85,22	84,23	5
1	1	1	2	30,25	6,69	21,79	8,40	83,50	88,74	4
1	1	1	3	31,12	5,51	23,10	8,20	90,51	89,81	4
1	1	1	4	32,26	7,13	19,70	7,90	83,23	82,75	3
1	1	1	5	29,12	6,73	22,07	9,30	86,50	90,77	4
1	1	1	6	31,17	6,78	21,43	8,70	83,54	87,09	4
1	1	1	7	31,27	6,77	23,36	8,30	79,29	82,53	4
1	1	1	8	31,27	6,38	23,07	8,50	82,26	86,47	5
1	1	1	9	30,11	6,56	23,56	9,70	91,36	94,13	4
1	1	1	10	29,68	6,42	22,00	9,70	90,12	94,26	4
2	1	2	1	33,19	6,39	23,06	9,80	88,51	93,78	4
2	1	2	2	32,10	7,59	23,63	9,30	92,35	92,91	4
2	1	2	3	30,10	6,70	24,86	10,70	88,75	91,57	3
2	1	2	4	32,15	7,71	23,88	10,10	89,11	90,31	4
2	1	2	5	34,15	7,19	24,82	8,30	83,14	90,20	4
2	1	2	6	32,14	7,00	25,34	9,00	93,72	89,66	4
2	1	2	7	30,12	7,38	24,47	10,40	87,51	90,96	5
2	1	2	8	31,13	7,06	24,38	8,90	85,42	91,22	4

Anexo

2	1	2	9	29,19	5,84	23,38	9,40	84,68	90,37	4
2	1	2	10	30,11	6,56	22,79	10,00	84,89	92,38	4
3	2	1	1	31,68	6,81	20,82	10,30	84,28	90,53	4
3	2	1	2	32,32	6,56	22,34	9,00	86,49	93,06	4
3	2	1	3	31,14	6,88	22,81	7,90	81,28	85,95	4
3	2	1	4	30,16	6,09	22,88	8,70	88,85	90,81	4
3	2	1	5	32,16	6,72	23,71	8,80	89,43	87,65	4
3	2	1	6	32,15	6,91	20,98	9,60	87,24	84,76	4
3	2	1	7	31,12	7,20	24,15	8,40	79,37	85,05	4
3	2	1	8	33,27	7,43	20,12	9,00	83,51	86,44	4
3	2	1	9	33,31	7,54	25,68	10,10	93,88	91,64	4
3	2	1	10	32,19	6,65	23,22	8,90	85,02	95,95	5
4	2	2	1	30,62	6,82	23,69	9,90	95,77	95,23	4
4	2	2	2	33,18	6,78	23,54	9,00	90,30	96,88	4
4	2	2	3	31,55	7,72	23,61	11,10	90,99	93,00	5
4	2	2	4	32,32	7,81	21,71	10,20	92,98	94,19	4
4	2	2	5	33,76	6,60	25,46	11,00	88,49	95,33	4
4	2	2	6	31,38	7,07	22,50	10,60	88,86	90,39	4
4	2	2	7	32,37	7,69	25,25	10,40	93,67	92,77	4
4	2	2	8	33,27	7,31	25,34	10,70	90,04	97,02	4
4	2	2	9	32,56	6,47	24,41	10,00	95,30	89,50	4
4	2	2	10	30,11	7,36	24,17	8,70	90,37	92,25	4
5	3	1	1	29,28	7,02	22,06	8,90	89,59	92,53	5
5	3	1	2	30,10	6,94	22,17	10,30	90,07	91,10	4
5	3	1	3	29,21	6,80	23,57	11,30	90,73	92,06	5
5	3	1	4	30,17	7,57	23,40	10,00	91,36	95,39	5
5	3	1	5	32,22	7,31	23,33	9,90	84,89	94,45	5
5	3	1	6	32,23	7,89	24,01	9,70	87,18	95,86	5
5	3	1	7	31,22	7,28	26,29	9,80	86,71	98,14	5
5	3	1	8	31,31	6,37	21,58	10,50	93,79	88,71	4
5	3	1	9	31,31	6,95	20,36	7,80	79,76	83,04	5
5	3	1	10	32,28	6,38	17,92	7,20	80,34	79,44	5
6	3	2	1	32,26	6,26	21,44	9,50	77,65	84,86	5
6	3	2	2	30,21	6,33	20,49	8,00	85,69	84,68	4
6	3	2	3	31,25	6,08	20,88	9,00	78,84	85,94	5
6	3	2	4	32,20	6,46	22,91	8,10	83,39	87,65	5
6	3	2	5	29,23	7,67	20,78	8,00	87,63	84,55	4
6	3	2	6	32,22	6,41	22,15	7,60	84,22	80,46	5
6	3	2	7	31,24	6,16	22,21	9,30	81,16	88,19	5
6	3	2	8	30,29	6,29	20,87	8,40	81,32	81,19	5
6	3	2	9	30,26	7,92	22,39	8,50	93,61	93,98	5
6	3	2	10	28,23	7,32	24,05	8,50	89,17	93,97	5
7	4	1	1	28,26	6,68	23,79	9,50	84,86	88,69	4
7	4	1	2	31,17	6,91	22,13	9,60	85,16	88,97	4
7	4	1	3	32,30	6,96	24,31	10,00	87,85	89,54	5
7	4	1	4	30,93	6,60	21,16	9,10	86,16	90,10	4
7	4	1	5	29,23	6,39	22,57	9,90	85,75	89,67	4
7	4	1	6	28,29	6,69	21,99	10,50	84,13	92,16	3
7	4	1	7	28,64	7,15	20,80	8,40	83,66	96,24	4
7	4	1	8	29,24	6,36	24,81	10,00	87,65	91,18	4
7	4	1	9	32,16	6,95	22,55	8,00	84,42	93,95	3
7	4	1	10	30,23	7,60	22,16	7,80	86,63	94,34	4
8	4	2	1	30,31	6,88	23,17	8,90	81,16	91,24	4
8	4	2	2	27,15	6,47	25,61	9,70	85,36	84,60	4
8	4	2	3	30,26	6,35	20,16	9,90	92,09	89,41	3
8	4	2	4	29,25	6,59	22,50	9,10	86,76	90,70	4
8	4	2	5	28,72	6,26	21,52	9,50	86,34	91,91	4
8	4	2	6	27,11	6,50	22,25	9,40	87,28	85,27	3
8	4	2	7	30,19	6,81	22,83	8,20	88,90	91,65	4
8	4	2	8	27,80	7,59	22,26	9,50	91,04	86,93	4
8	4	2	9	28,29	6,99	19,49	8,90	85,38	88,23	3
8	4	2	10	30,11	6,88	21,25	9,30	80,58	89,39	4

Nota. Resultados obtenidos durante la evaluación de los plantones de palto.

F

Costos de producción tratamiento 1

Costos de producción de plantones injertados de palto				
Vivero:				
Patrón				
Injerto:				
Concepto	**Unidad**	**Cantidad**	**P.U. (S/.)**	**Parcial (S/.)**
A. Costos directos				**5940**
A.1 Insumos				**3620**

Anexo

A.2 Mano de obra				**2320**
B. Costos indirectos				**1297**
Costo total de producción				**7237**

Indicador	**Unidad**			
Costo de producción total	S/.			
Costo por patrón con injerto producido	S/.			
Costo por plantón injertado	S/.			
Precio de venta	S/.			
Ingreso estimado	S/.			
Relación Beneficio/Costo	B/C			
Rentabilidad neta	S/.			
Rentabilidad neta	%			

Anexo G

Costos de producción tratamiento 2

Costos de producción de plantones injertados de palto				
Vivero:				
Patrón				
Injerto:				
Concepto	**Unidad**	**Cantidad**	**P.U. (S/.)**	**Parcial (S/.)**
A. Costos directos				**6240**
A.1 Insumos				**3920**
A.2 Mano de obra				**2320**
B. Costos indirectos				**1312**
Costo total de producción				**7552**

Anexo

Indicador	Unidad			
Costo de producción total	S/.			
Costo por patrón con injerto producido	S/.			
Costo por plantón injertado	S/.			
Precio de venta	S/.			
Ingreso estimado	S/.			
Relación Beneficio/Costo	B/C			
Rentabilidad neta	S/.			
Rentabilidad neta	%			

H

Costos de producción tratamiento 3

Costos de producción de plantones injertados de palto				
Vivero:				
Patrón				
Injerto:				
Concepto	**Unidad**	**Cantidad**	**P.U. (S/.)**	**Parcial (S/.)**
A. Costos directos				**6940**
A.1 Insumos				**4620**

Anexo

A.2 Mano de obra				**2320**
B. Costos indirectos				**1347**
Costo total de producción				**8287**

Indicador	**Unidad**			
Costo de producción total	S/.			
Costo por patrón con injerto producido	S/.			
Costo por plantón injertado	S/.			
Precio de venta	S/.			
Ingreso estimado	S/.			
Relación Beneficio/Costo	B/C			
Rentabilidad neta	S/.			
Rentabilidad neta	%			

Anexo

I

Costos de producción tratamiento 4

Costos de producción de plantones injertados de palto				
Vivero:				
Patrón				
Injerto:				
Concepto	**Unidad**	**Cantidad**	**P.U. (S/.)**	**Parcial (S/.)**
A. Costos directos				**7240**
A.1 Insumos				**4920**
A.2 Mano de obra				**2320**

Anexo

B. Costos indirectos				**1362**
Costo total de producción				**8602**

Indicador	**Unidad**	
Costo de producción total	S/.	
Costo por patrón con injerto producido	S/.	
Costo por plantón injertado	S/.	
Precio de venta	S/.	
Ingreso estimado	S/.	
Relación Beneficio/Costo	B/C	
Rentabilidad neta	S/.	
Rentabilidad neta	%	

J

Costos de producción tratamiento 5

Costos de producción de plantones injertados de palto				
Vivero:				
Patrón				
Injerto:				

Anexo

Concepto	Unidad	Cantidad	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)
A. Costos directos				**6240**
A.1 Insumos				**3920**
A.2 Mano de obra				**2320**
B. Costos indirectos				**1312**
Costo total de producción				**7552**

Indicador	Unidad	
Costo de producción total	S/.	
Costo por patrón con injerto producido	S/.	
Costo por plantón injertado	S/.	
Precio de venta	S/.	

Anexo

Ingreso estimado	S/.			
Relación Beneficio/Costo	B/C			
Rentabilidad neta	S/.			
Rentabilidad neta	%			

K

Costos de producción tratamiento 6

Costos de producción de plantones injertados de palto				
Vivero:				
Patrón				
Injerto:				
Concepto	**Unidad**	**Cantidad**	**P.U. (S/.)**	**Parcial (S/.)**
A. Costos directos				**6540**
A.1 Insumos				**4220**
A.2 Mano de obra				**2320**

Anexo

B. Costos indirectos				**1327**
Costo total de producción				**7867**

Indicador	**Unidad**	
Costo de producción total	S/.	
Costo por patrón con injerto producido	S/.	
Costo por plantón injertado	S/.	
Precio de venta	S/.	
Ingreso estimado	S/.	
Relación Beneficio/Costo	B/C	
Rentabilidad neta	S/.	
Rentabilidad neta	%	

L

Costos de producción tratamiento 7

Costos de producción de plantones injertados de palto

Anexo

Vivero:				
Patrón				
Injerto:				

Concepto	Unidad	Cantidad	P.U. (S/.)	Parcial (S/.)
A. Costos directos				**6140**
A.1 Insumos				**3820**
A.2 Mano de obra				**2320**
B. Costos indirectos				**1307**
Costo total de producción				**7447**
Indicador	**Unidad**			

Anexo

Costo de producción total	S/.			
Costo por patrón con injerto producido	S/.			
Costo por plantón injertado	S/.			
Precio de venta	S/.			
Ingreso estimado	S/.			
Relación Beneficio/Costo	B/C			
Rentabilidad neta	S/.			
Rentabilidad neta	%			

M

Costos de producción tratamiento 8

Costos de producción de plantones injertados de palto				
Vivero:				
Patrón				
Injerto:				
Concepto	**Unidad**	**Cantidad**	**P.U. (S/.)**	**Parcial (S/.)**
A. Costos directos				**6440**
A.1 Insumos				**4120**

Anexo

A.2 Mano de obra				**2320**
B. Costos indirectos				**1322**
Costo total de producción				**7762**

Indicador	**Unidad**	
Costo de producción total	S/.	
Costo por patrón con injerto producido	S/.	
Costo por plantón injertado	S/.	
Precio de venta	S/.	
Ingreso estimado	S/.	
Relación Beneficio/Costo	B/C	
Rentabilidad neta	S/.	
Rentabilidad neta	%	

Anexo

N

Analisis estadistico con spss

Descriptivos

	Tratamiento			Estadístico	Desv. Error
Altura_de_planta	Injerto Antillano + Hass	Media		30,8530	,33049
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	30,1054	
			Límite superior	31,6006	
		Media recortada al 5%		30,8700	
		Mediana		31,1450	
		Varianza		1,092	
		Desv. Desviación		1,04512	
		Mínimo		29,12	
		Máximo		32,28	
		Rango		3,16	
		Rango intercuartil		1,52	
		Asimetría		-,190	,687
		Curtosis		-,774	1,334
	Injeto Antillano + Fuerte	Media		31,4380	,49779
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	30,3119	
			Límite superior	32,5641	
		Media recortada al 5%		31,4122	
		Mediana		31,6150	
		Varianza		2,478	

Anexo

		Desv. Desviación	1,57416	
		Mínimo	29,19	
		Máximo	34,15	
		Rango	4,96	
		Rango intercuartil	2,30	
		Asimetría	,281	,687
		Curtosis	-,817	1,334
	Injerto Zutano + Hass	Media	31,9500	,30718
		95% de intervalo de confianza para la media — Límite inferior	31,2551	
		95% de intervalo de confianza para la media — Límite superior	32,6449	
		Media recortada al 5%	31,9739	
		Mediana	32,1550	
		Varianza	,944	
		Desv. Desviación	,97140	
		Mínimo	30,16	
		Máximo	33,31	
		Rango	3,15	
		Rango intercuartil	1,42	
		Asimetría	-,297	,687
		Curtosis	-,011	1,334
	Injerto Zutano + Fuerte	Media	32,1120	,37407
		95% de intervalo de confianza para la media — Límite inferior	31,2658	
		95% de intervalo de confianza para la media — Límite superior	32,9582	
		Media recortada al 5%	32,1317	
		Mediana	32,3450	

Anexo

		Varianza		1,399	
		Desv. Desviación		1,18292	
		Mínimo		30,11	
		Máximo		33,76	
		Rango		3,65	
		Rango intercuartil		2,01	
		Asimetría		-,382	,687
		Curtosis		-,780	1,334
	Injerto Topa Topa + Hass	Media		30,9330	,37263
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	30,0901	
			Límite superior	31,7759	
		Media recortada al 5%		30,9539	
		Mediana		31,2650	

		Varianza		1,389	
		Desv. Desviación		1,17836	
		Mínimo		29,21	
		Máximo		32,28	
		Rango		3,07	
		Rango intercuartil		2,33	
		Asimetría		-,320	,687
		Curtosis		-1,395	1,334
	Injerto Topa Topa + Fuerte	Media		30,7390	,42735
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	29,7723	
			Límite superior	31,7057	
		Media recortada al 5%		30,7939	
		Mediana		30,7650	
		Varianza		1,826	
		Desv. Desviación		1,35140	
		Mínimo		28,23	
		Máximo		32,26	
		Rango		4,03	
		Rango intercuartil		2,24	
		Asimetría		-,531	,687
		Curtosis		-,424	1,334
	Injerto Mexicano + Hass	Media		30,0450	,48527
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	28,9472	
			Límite superior	31,1428	
		Media recortada al 5%		30,0189	
		Mediana		29,7350	

		Varianza		2,355
		Desv. Desviación		1,53456
		Mínimo		28,26
		Máximo		32,30
		Rango		4,04
		Rango intercuartil		2,86
		Asimetría		,312
		Curtosis		-1,487
	Injerto Mexicano Fuerte	Media		28,9190
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	27,9965
			Límite superior	29,8415
		Media recortada al 5%		28,9422
		Mediana		28,9850
		Varianza		1,663
		Desv. Desviación		1,28953
		Mínimo		27,11
		Máximo		30,31
		Rango		3,20
		Rango intercuartil		2,57
		Asimetría		-,274
		Curtosis		-1,668

Pruebas de normalidad

		Kolmogor - Smirnov		[a]	Shapiro-Wilk		
	Tratamiento	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Altura_de_planta	Injerto Antillano + Hass	,201	10	,200*	,939	10	,538
	Injeto Antillano + Fuerte	,199	10	,200*	,943	10	,589
	Injerto Zutano + Hass	,182	10	,200*	,943	10	,591

	Injerto Zutano + Fuerte	,170	10	,200*	,960	10	,790
	Injerto Topa Topa + Hass	,196	10	,200*	,887	10	,158
	Injerto Topa Topa + Fuerte	,160	10	,200*	,917	10	,331
	Injerto Mexicano + Hass	,200	10	,200*	,906	10	,254
	Injerto Mexicano Fuerte	,222	10	,177	,874	10	,110

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera. a.
Corrección de significación de Lilliefors

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Altura_de_planta

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	67,440[a]	4	16,860	10,014	,000
Intersección	76254,458	1	76254,458	45292,121	,000
Factor_Patrón	67,029	3	22,343	13,271	,000
Factor_Variedad	,410	1	,410	,244	,623
Error	126,271	75	1,684		
Total	76448,168	80			
Total corregido	193,711	79			

a. R al cuadrado = ,348 (R al cuadrado ajustada = ,313)

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Altura_de_planta	Se basa en la media	1,059	7	72	,399
	Se basa en la mediana	1,016	7	72	,428
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,016	7	70,015	,428
	Se basa en la media recortada	1,065	7	72	,395

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Altura_de_planta

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.

Modelo corregido	75,399[a]	7	10,771	6,555	,000
Intersección	76254,458	1	76254,458	46405,613	,000
Factor_Patrón	67,029	3	22,343	13,597	,000
Factor_Variedad	,410	1	,410	,250	,619
Factor_Patrón * Factor_Variedad	7,959	3	2,653	1,615	,193
Error	118,312	72	1,643		
Total	76448,168	80			
Total corregido	193,711	79			

a. R al cuadrado = ,389 (R al cuadrado ajustada = ,330)

Descriptivos

	Factor_Patrón			Estadístico	Desv. Error
Diametro_del_tallo	Variedad Antillano	Media		6,7270	,12238
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6,4709	
			Límite superior	6,9831	
		Media recortada al 5%		6,7400	
		Mediana		6,7150	
		Varianza		,300	
		Desv. Desviación		,54730	
		Mínimo		5,51	
		Máximo		7,71	
		Rango		2,20	
		Rango intercuartil		,71	
		Asimetría		-,256	,512
		Curtosis		,262	,992
	Variedad Zutano	Media		7,0210	,10503
			Límite inferior	6,8012	

		95% de intervalo de confianza para la media	Límite superior	7,2408	
		Media recortada al 5%		7,0289	
		Mediana		6,8950	
		Varianza		,221	
		Desv. Desviación		,46970	
		Mínimo		6,09	
		Máximo		7,81	
		Rango		1,72	
		Rango intercuartil		,74	
		Asimetría		,084	,512
		Curtosis		-,715	,992
	Variedad Topa	Media		6,8705	,13450
	Topa	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6,5890	
			Límite superior	7,1520	
		Media recortada al 5%		6,8561	
		Mediana		6,8700	
		Varianza		,362	
		Desv. Desviación		,60148	
		Mínimo		6,08	
		Máximo		7,92	
		Rango		1,84	
		Rango intercuartil		,98	
		Asimetría		,396	,512
		Curtosis		-1,207	,992
	Variedad Mexicana	Media		6,7805	,08356
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6,6056	
			Límite superior	6,9554	

	Media recortada al 5%	6,7639	
	Mediana	6,7500	
	Varianza	,140	
	Desv. Desviación	,37371	
	Mínimo	6,26	
	Máximo	7,60	
	Rango	1,34	
	Rango intercuartil	,48	
	Asimetría	,822	,512
	Curtosis	,474	,992

Pruebas de normalidad

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Factor_Patrón	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diametro_del_tallo	Variedad Antillano	,113	20	,200*	,980	20	,939
	Variedad Zutano	,143	20	,200*	,964	20	,637
	Variedad Topa Topa	,203	20	,031	,913	20	,072
	Variedad Mexicana	,138	20	,200*	,924	20	,117

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera. a.
Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Diametro_del_tallo	Se basa en la media	1,288	7	72	,268
	Se basa en la mediana	,466	7	72	,856
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,466	7	43,851	,854
	Se basa en la media recortada	1,133	7	72	,352

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Diametro_del_tallo

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3,019[a]	7	,431	1,786	,103
Intersección	3753,526	1	3753,526	15546,163	,000
Factor_Patrón	,992	3	,331	1,370	,259
Factor_Variedad	,082	1	,082	,339	,562
Factor_Patrón * Factor_Variedad	1,945	3	,648	2,685	,053
Error	17,384	72	,241		
Total	3773,929	80			
Total corregido	20,403	79			

a. R al cuadrado = ,148 (R al cuadrado ajustada = ,065)

Descriptivos

Tratamiento				Estadístico	Desv. Error
Longitud_de_rai	Injerto	Media		22,2820	,36597
z	Antillano + Hass	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	21,4541	
			Límite superior	23,1099	
		Media recortada al 5%		22,3544	
		Mediana		22,4050	
		Varianza		1,339	
		Desv. Desviación		1,15731	
		Mínimo		19,70	
		Máximo		23,56	
		Rango		3,86	
		Rango intercuartil		1,46	
		Asimetría		-1,211	,687

	Curtosis		1,736	1,334
Injeto	Media		24,0610	,26706
Antillano + Fuerte	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	23,4569	
		Límite superior	24,6651	
	Media recortada al 5%		24,0606	
	Mediana		24,1300	
	Varianza		,713	
	Desv. Desviación		,84453	
	Mínimo		22,79	
	Máximo		25,34	
	Rango		2,55	
	Rango intercuartil		1,53	
	Asimetría		-,073	,687
	Curtosis		-1,200	1,334
Injerto	Media		22,6710	,53321
Zutano + Hass	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	21,4648	
		Límite superior	23,8772	
	Media recortada al 5%		22,6456	
	Mediana		22,8450	

	Varianza		2,843	
	Desv. Desviación		1,68616	
	Mínimo		20,12	
	Máximo		25,68	
	Rango		5,56	
	Rango intercuartil		2,88	
	Asimetría		,115	,687

		Curtosis		-,281	1,334
	Injerto	Media		23,9680	,38916
	Zutano + Fuerte	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	23,0877	
			Límite superior	24,8483	
		Media recortada al 5%		24,0106	
		Mediana		23,9300	
		Varianza		1,514	
		Desv. Desviación		1,23064	
		Mínimo		21,71	
		Máximo		25,46	
		Rango		3,75	
		Rango intercuartil		1,99	
		Asimetría		-,501	,687
		Curtosis		-,349	1,334
	Injerto Topa	Media		22,4690	,71479
	Topa + Hass	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	20,8520	
			Límite superior	24,0860	
		Media recortada al 5%		22,5094	
		Mediana		22,7500	
		Varianza		5,109	
		Desv. Desviación		2,26037	
		Mínimo		17,92	
		Máximo		26,29	
		Rango		8,37	
		Rango intercuartil		2,41	
		Asimetría		-,506	,687

		Curtosis		1,264	1,334
	Injerto Topa	Media		21,8170	,35789
	Topa + Fuerte	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	21,0074	
			Límite superior	22,6266	
		Media recortada al 5%		21,7667	
		Mediana		21,7950	
		Varianza		1,281	
		Desv. Desviación		1,13175	
		Mínimo		20,49	
		Máximo		24,05	
		Rango		3,56	
		Rango intercuartil		1,67	
		Asimetría		,723	,687
		Curtosis		-,044	1,334
	Injerto	Media		22,6270	,41259
	Mexicano + Hass	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	21,6937	
			Límite superior	23,5603	
		Media recortada al 5%		22,6072	
		Mediana		22,3550	
		Varianza		1,702	
		Desv. Desviación		1,30472	
		Mínimo		20,80	
		Máximo		24,81	
		Rango		4,01	
		Rango intercuartil		2,14	
		Asimetría		,438	,687

		Curtosis		-,678	1,334
	Injerto Mexicano Fuerte	Media		22,1040	,53583
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	20,8919	
			Límite superior	23,3161	
		Media recortada al 5%		22,0544	
		Mediana		22,2550	
		Varianza		2,871	
		Desv. Desviación		1,69445	
		Mínimo		19,49	
		Máximo		25,61	
		Rango		6,12	
		Rango intercuartil		1,94	
		Asimetría		,535	,687
		Curtosis		1,335	1,334

Pruebas de normalidad

	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov[a] Estadístico	gl	Sig.	Shapiro-Wilk Estadístico	gl	Sig.
Longitud_de_raiz	Injerto Antillano + Hass	,154	10	,200*	,897	10	,204
	Injeto Antillano + Fuerte	,147	10	,200*	,964	10	,825
	Injerto Zutano + Hass	,142	10	,200*	,970	10	,888
	Injerto Zutano + Fuerte	,164	10	,200*	,935	10	,498
	Injerto Topa Topa + Hass	,148	10	,200*	,959	10	,773
	Injerto Topa Topa + Fuerte	,196	10	,200*	,922	10	,377
	Injerto Mexicano + Hass	,217	10	,198	,939	10	,539
	Injerto Mexicano Fuerte	,165	10	,200*	,952	10	,696

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera. a.
Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de homogeneidad de varianzas

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.

Longitud_de_raiz	Se basa en la media	1,073	7	72	,389
	Se basa en la mediana	,978	7	72	,454
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,978	7	47,040	,458
	Se basa en la media recortada	1,085	7	72	,382

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Longitud_de_raiz

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	48,094[a]	7	6,871	3,164	,006
Intersección	41404,545	1	41404,545	19065,274	,000
Factor_Patrón	20,366	3	6,789	3,126	,031
Factor_Variedad	4,517	1	4,517	2,080	,154
Factor_Patrón * Factor_Variedad	23,211	3	7,737	3,563	,018
Error	156,364	72	2,172		
Total	41609,003	80			
Total corregido	204,458	79			

a. R al cuadrado = ,235 (R al cuadrado ajustada = ,161)

Longitud_de_raiz HSD

Tukey[a,b]

Tratamiento	N	Subconjunto 2
Injerto Topa Topa + Fuerte	10	21,8170
Injerto Mexicano Fuerte	10	22,1040
Injerto Antillano + Hass	10	22,2820
Injerto Topa Topa + Hass	10	22,4690
Injerto Mexicano + Hass	10	22,6270
Injerto Zutano + Hass	10	22,6710
Injerto Zutano + Fuerte	10	23,9680
Injeto Antillano + Fuerte	10	24,0610

Sig.		,898	,074

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática (Error) = 2,172.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.
b. Alfa = 0.05.

Longitud_de_raiz HSD

Tukey[a,b]

Tratamiento	N	Subconjunto 1	Subconjunto 2
Injerto Topa Topa + Fuerte	10	21,8170	
Injerto Mexicano Fuerte	10	22,1040	22,1040
Injerto Antillano + Hass	10	22,2820	22,2820
Injerto Topa Topa + Hass	10	22,4690	22,4690
Injerto Mexicano + Hass	10	22,6270	22,6270
Injerto Zutano + Hass	10	22,6710	22,6710
Injerto Zutano + Fuerte	10		23,9680
Injeto Antillano + Fuerte	10		24,0610
Sig.		,898	,074

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática (Error) = 2,172.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.
b. Alfa = 0.05.

Descriptivos

	Tratamiento			Estadístico	Desv. Error
Número_de_hojas	Injerto Antillano + Hass	Media		8,9200	,26449
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	8,3217	
			Límite superior	9,5183	
		Media recortada al 5%		8,8889	
		Mediana		8,6000	
		Varianza		,700	
		Desv. Desviación		,83639	

		Mínimo		7,90	
		Máximo		10,50	
		Rango		2,60	
		Rango intercuartil		1,42	
		Asimetría		,724	,687
		Curtosis		-,504	1,334
	Injeto Antillano +	Media		9,5900	,23497
	Fuerte	95% de intervalo de	Límite inferior	9,0585	
		confianza para la media	Límite superior	10,1215	

		Media recortada al 5%		9,6000	
		Mediana		9,6000	
		Varianza		,552	
		Desv. Desviación		,74304	
		Mínimo		8,30	
		Máximo		10,70	
		Rango		2,40	
		Rango intercuartil		1,20	
		Asimetría		-,204	,687
		Curtosis		-,636	1,334
	Injerto Zutano +	Media		9,0700	,23383
	Hass	95% de intervalo de	Límite inferior	8,5410	
		confianza para la media	Límite superior	9,5990	
		Media recortada al 5%		9,0667	
		Mediana		8,9500	
		Varianza		,547	
		Desv. Desviación		,73944	

		Mínimo		7,90	
		Máximo		10,30	
		Rango		2,40	
		Rango intercuartil		1,10	
		Asimetría		,386	,687
		Curtosis		-,256	1,334
	Injerto Zutano + Fuerte	Media		10,1600	,25175
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	9,5905	
			Límite superior	10,7295	
		Media recortada al 5%		10,1889	
		Mediana		10,3000	
		Varianza		,634	
		Desv. Desviación		,79610	
		Mínimo		8,70	
		Máximo		11,10	
		Rango		2,40	
		Rango intercuartil		1,10	
		Asimetría		-,830	,687
		Curtosis		-,121	1,334
	Injerto Topa Topa + Hass	Media		9,5400	,39362
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	8,6496	
			Límite superior	10,4304	
		Media recortada al 5%		9,5722	
		Mediana		9,8500	
		Varianza		1,549	
		Desv. Desviación		1,24472	

		Mínimo	7,20	
		Máximo	11,30	
		Rango	4,10	
		Rango intercuartil	1,73	
		Asimetría	-,821	,687
		Curtosis	,222	1,334
	Injerto Topa	Media	8,4900	,19348
	Topa + Fuerte	95% de intervalo de Límite inferior	8,0523	
		confianza para la media Límite superior	8,9277	
		Media recortada al 5%	8,4833	
		Mediana	8,4500	
		Varianza	,374	
		Desv. Desviación	,61183	
		Mínimo	7,60	
		Máximo	9,50	

		Rango	1,90	
		Rango intercuartil	1,07	
		Asimetría	,421	,687
		Curtosis	-,750	1,334
	Injerto Mexicano	Media	9,2800	,29242
	+ Hass	95% de intervalo de Límite inferior	8,6185	
		confianza para la media Límite superior	9,9415	
		Media recortada al 5%	9,2944	
		Mediana	9,5500	
		Varianza	,855	
		Desv. Desviación	,92472	

		Mínimo	7,80	
		Máximo	10,50	
		Rango	2,70	
		Rango intercuartil	1,70	
		Asimetría	-,559	,687
		Curtosis	-1,057	1,334
	Injerto Mexicano	Media	9,2400	,15434
	Fuerte	95% de intervalo de Límite inferior	8,8908	
		confianza para la media Límite superior	9,5892	
		Media recortada al 5%	9,2611	
		Mediana	9,3500	
		Varianza	,238	
		Desv. Desviación	,48808	
		Mínimo	8,20	
		Máximo	9,90	
		Rango	1,70	
		Rango intercuartil	,65	
		Asimetría	-,934	,687
		Curtosis	1,204	1,334

Pruebas de normalidad

	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov[a] Estadístico	gl	Sig.	hapiro-Wilk Estadístico	gl	Sig.
Número_de_hojas	Injerto Antillano + Hass	,204	10	,200*	,918	10	,338
	Injeto Antillano + Fuerte	,111	10	,200*	,981	10	,972
	Injerto Zutano + Hass	,238	10	,115	,946	10	,622

	Injerto Zutano + Fuerte	,172	10	,200*	,918	10	,339
	Injerto Topa Topa + Hass	,251	10	,074	,920	10	,356
	Injerto Topa Topa + Fuerte	,193	10	,200*	,946	10	,621
	Injerto Mexicano + Hass	,194	10	,200*	,914	10	,309
	Injerto Mexicano Fuerte	,149	10	,200*	,941	10	,562

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera. a.
Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Número_de_hojas	Se basa en la media	1,489	7	72	,185
	Se basa en la mediana	,784	7	72	,603
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,784	7	46,966	,604
	Se basa en la media recortada	1,393	7	72	,222

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Número_de_hojas

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	17,372[a]	7	2,482	3,643	,002
Intersección	6898,755	1	6898,755	10128,058	,000
Factor_Patrón	3,666	3	1,222	1,794	,156
Factor_Variedad	,561	1	,561	,824	,367
Factor_Patrón * Factor_Variedad	13,144	3	4,381	6,432	,001
Error	49,043	72	,681		
Total	6965,170	80			
Total corregido	66,415	79			

a. R al cuadrado = ,262 (R al cuadrado ajustada = ,190)

Número_de_hojas HSD

Tukey[a,b]

Tratamiento	N	njunto 1	2
Injerto Topa Topa + Fuerte	10	8,4900	
Injerto Antillano + Hass	10	8,9200	
Injerto Zutano + Hass	10	9,0700	9,0700
Injerto Mexicano Fuerte	10	9,2400	9,2400
Injerto Mexicano + Hass	10	9,2800	9,2800
Injerto Topa Topa + Hass	10	9,5400	9,5400
Injeto Antillano + Fuerte	10	9,5900	9,5900
Injerto Zutano + Fuerte	10		10,1600
Sig.		,072	,077

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática(Error) = ,681.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.
b. Alfa = 0.05.

Tratamiento			Estadístico	Desv. Error
Porcentaje Injerto Antillano + _de_prendi Hass miento	Media		85,5530	1,26443
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	82,6927	
		Límite superior	88,4133	
	Media recortada al 5%		85,5783	
	Mediana		84,3800	
	Varianza		15,988	
	Desv. Desviación		3,99848	
	Descriptivos			
	Mínimo		79,29	

	Máximo		91,36	
	Rango		12,07	
	Rango intercuartil		7,23	
	Asimetría		,224	,687
	Curtosis		-1,012	1,334
Injeto Antillano +	Media		87,8080	1,07774
Fuerte	95% de intervalo de	Límite inferior	85,3700	
	confianza para la media	Límite superior	90,2460	
	Media recortada al 5%		87,7389	
	Mediana		88,0100	
	Varianza		11,615	
	Desv. Desviación		3,40812	
	Mínimo		83,14	
	Máximo		93,72	
	Rango		10,58	
	Rango intercuartil		5,08	
	Asimetría		,466	,687
	Curtosis		-,575	1,334
Injerto Zutano +	Media		85,9350	1,33363
Hass	95% de intervalo de	Límite inferior	82,9181	
	confianza para la media	Límite superior	88,9519	
	Media recortada al 5%		85,8583	
	Mediana		85,7550	
	Varianza		17,786	
	Desv. Desviación		4,21731	
	Mínimo		79,37	

		Máximo		93,88	
		Rango		14,51	
		Rango intercuartil		6,04	
		Asimetría		,311	,687
		Curtosis		,200	1,334
	Injerto Zutano +	Media		91,6770	,81919
	Fuerte	95% de intervalo de	Límite inferior	89,8239	
		confianza para la media	Límite superior	93,5301	
		Media recortada al 5%		91,6267	
		Mediana		90,6800	
		Varianza		6,711	
		Desv. Desviación		2,59052	
		Mínimo		88,49	
		Máximo		95,77	
		Rango		7,28	
		Rango intercuartil		4,33	
		Asimetría		,495	,687
		Curtosis		-1,181	1,334
	Injerto Topa Topa +	Media		87,4420	1,47025
	Hass	95% de intervalo de	Límite inferior	84,1161	
		confianza para la media	Límite superior	90,7679	
		Media recortada al 5%		87,5161	
		Mediana		88,3850	
		Varianza		21,616	
		Desv. Desviación		4,64935	
		Mínimo		79,76	

	Máximo		93,79	
	Rango		14,03	
	Rango intercuartil		7,14	
	Asimetría		-,621	,687
	Curtosis		-,549	1,334

Injerto Topa Topa + Fuerte	Media		84,2680	1,55282
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	80,7553	
		Límite superior	87,7807	
	Media recortada al 5%		84,1167	
	Mediana		83,8050	
	Varianza		24,112	
	Desv. Desviación		4,91045	
	Mínimo		77,65	
	Máximo		93,61	
	Rango		15,96	
	Rango intercuartil		7,44	
	Asimetría		,549	,687
	Curtosis		-,104	1,334
Injerto Mexicano + Hass	Media		85,6270	,45598
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	84,5955	
		Límite superior	86,6585	
	Media recortada al 5%		85,6128	
	Mediana		85,4550	
	Varianza		2,079	
	Desv. Desviación		1,44194	

		Mínimo		83,66	
		Máximo		87,85	
		Rango		4,19	
		Rango intercuartil		2,54	
		Asimetría		,331	,687
		Curtosis		-1,069	1,334
	Injerto Mexicano	Media		86,4890	1,17585
	Fuerte	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	83,8290	
			Límite superior	89,1490	
		Media recortada al 5%		86,5061	
		Mediana		86,5500	
		Varianza		13,826	
		Desv. Desviación		3,71836	
		Mínimo		80,58	
		Máximo		92,09	
		Rango		11,51	
		Rango intercuartil		5,13	
		Asimetría		-,205	,687
		Curtosis		-,371	1,334

Pruebas de normalidad

Tratamiento		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Porcentaje_de_prendimiento	Injerto Antillano + Hass	,193	10	,200*	,927	10	,422
	Injeto Antillano + Fuerte	,158	10	,200*	,946	10	,626
	Injerto Zutano + Hass	,104	10	,200*	,988	10	,993
	Injerto Zutano + Fuerte	,205	10	,200*	,913	10	,305
	Injerto Topa Topa + Hass	,178	10	,200*	,928	10	,427
	Injerto Topa Topa + Fuerte	,126	10	,200*	,970	10	,894

	Injerto Mexicano + Hass	,127	10	,200*	,951	10	,682
	Injerto Mexicano Fuerte	,181	10	,200*	,948	10	,648

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera. a.
Corrección de significación de Lilliefors

Estadísticos descriptivos del porcentaje de prendimiento de plantas de palto según combinaciones patrón–injerto **Prueba de homogeneidad de varianzas**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Porcentaje_de_prendimient	Se basa en la media	1,631	7	72	,141
o	Se basa en la mediana	1,459	7	72	,196
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,459	7	59,128	,200
	Se basa en la media recortada	1,624	7	72	,142

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Porcentaje_de_prendimiento

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	353,804[a]	7	50,543	3,555	,002
Intersección	603432,063	1	603432,063	42445,155	,000
Factor_Patrón	109,439	3	36,480	2,566	,061
Factor_Variedad	40,399	1	40,399	2,842	,096
Factor_Patrón * Factor_Variedad	203,966	3	67,989	4,782	,004
Error	1023,606	72	14,217		
Total	604809,473	80			
Total corregido	1377,409	79			

a. R al cuadrado = ,257 (R al cuadrado ajustada = ,185)

Porcentaje_de_prendimiento HSD

Tukey[a]

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Injerto Topa Topa + Fuerte	10	84,2680	

Injerto Antillano + Hass	10	85,5530	
Injerto Mexicano + Hass	10	85,6270	
Injerto Zutano + Hass	10	85,9350	
Injerto Mexicano Fuerte	10	86,4890	86,4890
Injerto Topa Topa + Hass	10	87,4420	87,4420
Injeto Antillano + Fuerte	10	87,8080	87,8080
Injerto Zutano + Fuerte	10		91,6770
Sig.		,425	,056

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.

Descriptivos

	Tratamiento			Estadístico	Desv. Error
Supervivencia_del_ingerto	Injerto Antillano + Hass	Media		88,0780	1,34605
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	85,0330	
			Límite superior	91,1230	
		Media recortada al 5%		88,0428	
		Mediana		87,9150	
		Varianza		18,118	
		Desv. Desviación		4,25657	
		Mínimo		82,53	
		Máximo		94,26	
		Rango		11,73	
		Rango intercuartil		7,75	
		Asimetría		,178	,687
		Curtosis		-1,119	1,334
	Injeto Antillano + Fuerte	Media		91,3360	,41946
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	90,3871	
			Límite superior	92,2849	

		Media recortada al 5%		91,2933	
		Mediana		91,0900	
		Varianza		1,759	
		Desv. Desviación		1,32646	
		Mínimo		89,66	
		Máximo		93,78	
		Rango		4,12	
		Rango intercuartil		2,23	
		Asimetría		,681	,687
		Curtosis		-,493	1,334
	Injerto Zutano + Hass	Media		89,1840	1,19393
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	86,4831	
			Límite superior	91,8849	
		Media recortada al 5%		89,0539	
		Mediana		89,0900	
		Varianza		14,255	
		Desv. Desviación		3,77555	
		Mínimo		84,76	
		Máximo		95,95	
		Rango		11,19	
		Rango intercuartil		6,27	
		Asimetría		,450	,687
		Curtosis		-,886	1,334
	Injerto Zutano + Fuerte	Media		93,6560	,80558
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	91,8336	
			Límite superior	95,4784	
		Media recortada al 5%		93,7000	
		Mediana		93,5950	
		Varianza		6,490	
		Desv. Desviación		2,54748	
		Mínimo		89,50	
		Máximo		97,02	
		Rango		7,52	
		Rango intercuartil		3,93	
		Asimetría		-,253	,687
		Curtosis		-,883	1,334

	Injerto Topa	Media		91,0720	1,86021
	Topa + Hass	95% de intervalo de	Límite inferior	86,8639	
		confianza para la media	Límite superior	95,2801	
		Media recortada al 5%		91,3256	
		Mediana		92,2950	
		Varianza		34,604	
		Desv. Desviación		5,88251	
		Mínimo		79,44	
		Máximo		98,14	
		Rango		18,70	
		Rango intercuartil		8,22	
		Asimetría		-1,037	,687
		Curtosis		,401	1,334
	Injerto Topa	Media		86,5470	1,45565
	Topa + Fuerte	95% de intervalo de	Límite inferior	83,2541	
		confianza para la media	Límite superior	89,8399	
		Media recortada al 5%		86,4722	
		Mediana		85,4000	
		Varianza		21,189	
		Desv. Desviación		4,60318	
		Mínimo		80,46	
		Máximo		93,98	
		Rango		13,52	
		Rango intercuartil		5,92	
		Asimetría		,608	,687
		Curtosis		-,290	1,334

	Injerto Mexicano + Hass	Media		91,4840	,82002
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	89,6290	
			Límite superior	93,3390	
		Media recortada al 5%		91,3750	
		Mediana		90,6400	
		Varianza		6,724	
		Desv. Desviación		2,59312	
		Mínimo		88,69	
		Máximo		96,24	
		Rango		7,55	
		Rango intercuartil		4,65	
		Asimetría		,737	,687
		Curtosis		-,743	1,334
	Injerto Mexicano + Fuerte	Media		88,9330	,82882
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	87,0581	
			Límite superior	90,8079	
		Media recortada al 5%		89,0083	
		Mediana		89,4000	
		Varianza		6,869	
		Desv. Desviación		2,62095	
		Mínimo		84,60	
		Máximo		91,91	
		Rango		7,31	
		Rango intercuartil		4,83	
		Asimetría		-,574	,687
		Curtosis		-1,009	1,334

Pruebas de normalidad

		Kolmogor Estadístic o	-Smirn gl	a Sig.	hapiro-Wilk Estadístic o	gl	Sig.
Supervivenci a_del_ingert o	Injerto Antillano + Hass	,122	10	,200*	,936	10	,505
	Injeto Antillano + Fuerte	,167	10	,200*	,939	10	,545
	Injerto Zutano + Hass	,166	10	,200*	,931	10	,454
	Injerto Zutano + Fuerte	,132	10	,200*	,953	10	,700
	Injerto Topa Topa + Hass	,202	10	,200*	,907	10	,262
	Injerto Topa Topa + Fuerte	,161	10	,200*	,907	10	,259
	Injerto Mexicano + Hass	,203	10	,200*	,903	10	,236
	Injerto Mexicano + Fuerte	,169	10	,200*	,915	10	,316

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera. a.
Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de homogeneidad de varianzas

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Supervivencia_d el_ingerto	Se basa en la media	2,756	7	72	,014
	Se basa en la mediana	2,078	7	72	,057
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,078	7	36,872	,071
	Se basa en la media recortada	2,634	7	72	,018

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Supervivencia_del_ingerto

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	359,138[a]	7	51,305	3,731	,002
Intersección	648522,105	1	648522,105	47161,295	,000
Factor_Patrón	71,155	3	23,718	1,725	,170
Factor_Variedad	,535	1	,535	,039	,844
Factor_Patrón * Factor_Variedad	287,448	3	95,816	6,968	,000
Error	990,083	72	13,751		
Total	649871,326	80			
Total corregido	1349,221	79			

a. R al cuadrado = ,266 (R al cuadrado ajustada = ,195)

Supervivencia_del_ingerto HSD Tukey[a]

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05 1	2
Injerto Topa Topa + Fuerte	10	86,5470	
Injerto Antillano + Hass	10	88,0780	

Injerto Mexicano + Fuerte	10	88,9330	88,9330
Injerto Zutano + Hass	10	89,1840	89,1840
Injerto Topa Topa + Hass	10	91,0720	91,0720
Injeto Antillano + Fuerte	10	91,3360	91,3360
Injerto Mexicano + Hass	10	91,4840	91,4840
Injerto Zutano + Fuerte	10		93,6560
Sig.		,073	,099

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.

Descriptivos

	Tratamiento			Estadístico	Desv. Error
Vigor_del_injerto	Injerto	Media		4,10	,180
	Antillano + Hass	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3,69	
			Límite superior	4,51	
		Media recortada al 5%		4,11	
		Mediana		4,00	
		Varianza		,322	
		Desv. Desviación		,568	
		Mínimo		3	
		Máximo		5	
		Rango		2	
		Rango intercuartil		0	
		Asimetría		,091	,687
		Curtosis		1,498	1,334

	Injeto Antillano	Media		4,00	,149
	+ Fuerte	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3,66	
			Límite superior	4,34	
		Media recortada al 5%		4,00	
		Mediana		4,00	
		Varianza		,222	
		Desv. Desviación		,471	
		Mínimo		3	
		Máximo		5	
		Rango		2	
		Rango intercuartil		0	
		Asimetría		,000	,687
		Curtosis		4,500	1,334
	Injerto Zutano	Media		4,10	,100
	+ Hass	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3,87	
			Límite superior	4,33	
		Media recortada al 5%		4,06	
		Mediana		4,00	
		Varianza		,100	
		Desv. Desviación		,316	
		Mínimo		4	
		Máximo		5	
		Rango		1	
		Rango intercuartil		0	
		Asimetría		3,162	,687
		Curtosis		10,000	1,334

	Injerto Zutano	Media		4,10	,100
	+ Fuerte	95% de intervalo de	Límite inferior	3,87	
		confianza para la media	Límite superior	4,33	
		Media recortada al 5%		4,06	
		Mediana		4,00	
		Varianza		,100	
		Desv. Desviación		,316	
		Mínimo		4	
		Máximo		5	
		Rango		1	
		Rango intercuartil		0	
		Asimetría		3,162	,687
		Curtosis		10,000	1,334
	Injerto Topa	Media		4,80	,133
	Topa + Hass	95% de intervalo de	Límite inferior	4,50	
		confianza para la media	Límite superior	5,10	
		Media recortada al 5%		4,83	
		Mediana		5,00	
		Varianza		,178	
		Desv. Desviación		,422	
		Mínimo		4	
		Máximo		5	
		Rango		1	
		Rango intercuartil		0	
		Asimetría		-1,779	,687
		Curtosis		1,406	1,334

Injerto Topa	Media		4,80	,133
Topa + Fuerte	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4,50	
		Límite superior	5,10	
	Media recortada al 5%		4,83	
	Mediana		5,00	
	Varianza		,178	
	Desv. Desviación		,422	
	Mínimo		4	
	Máximo		5	
	Rango		1	
	Rango intercuartil		0	
	Asimetría		-1,779	,687
	Curtosis		1,406	1,334
Injerto	Media		3,90	,180
Mexicano + Hass	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3,49	
		Límite superior	4,31	
	Media recortada al 5%		3,89	
	Mediana		4,00	
	Varianza		,322	
	Desv. Desviación		,568	
	Mínimo		3	
	Máximo		5	
	Rango		2	
	Rango intercuartil		0	
	Asimetría		-,091	,687
	Curtosis		1,498	1,334

Injerto	Media		3,70	,153
Mexicano + Fuerte	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3,35	
		Límite superior	4,05	
	Media recortada al 5%		3,72	
	Mediana		4,00	
	Varianza		,233	
	Desv. Desviación		,483	
	Mínimo		3	
	Máximo		4	
	Rango		1	
	Rango intercuartil		1	
	Asimetría		-1,035	,687
	Curtosis		-1,224	1,334

Pruebas de normalidad

	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov[a] Estadístico	gl	Sig.	Shapiro-Wilk Estadístico	gl	Sig.
Vigor_del_injerto	Injerto Antillano + Hass	,370	10	,000	,752	10	,004
	Injeto Antillano + Fuerte	,400	10	,000	,658	10	,000
	Injerto Zutano + Hass	,524	10	,000	,366	10	,000
	Injerto Zutano + Fuerte	,524	10	,000	,366	10	,000
	Injerto Topa Topa + Hass	,482	10	,000	,509	10	,000
	Injerto Topa Topa + Fuerte	,482	10	,000	,509	10	,000
	Injerto Mexicano + Hass	,370	10	,000	,752	10	,004
	Injerto Mexicano + Fuerte	,433	10	,000	,594	10	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov[a] Estadístico	gl	Sig.	Shapiro-Wilk Estadístico	gl	Sig.
Vigor_del_injerto	Injerto Antillano + Hass	,370	10	,000	,752	10	,004
	Injeto Antillano + Fuerte	,400	10	,000	,658	10	,000
	Injerto Zutano + Hass	,524	10	,000	,366	10	,000
	Injerto Zutano + Fuerte	,524	10	,000	,366	10	,000
	Injerto Topa Topa + Hass	,482	10	,000	,509	10	,000
	Injerto Topa Topa + Fuerte	,482	10	,000	,509	10	,000
	Injerto Mexicano + Hass	,370	10	,000	,752	10	,004
	Injerto Mexicano + Fuerte	,433	10	,000	,594	10	,000

Pruebas de normalidad

a. Corrección de significación de Lilliefors

Estadísticos de prueba[a,b]

	Vigor_del_injerto
H de Kruskal-Wallis	35,571
gl	7
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Tratamiento

Anexo O Registro fotográfico de la preparación del vivero



Nota. Evidencia fotográfica correspondiente al acondicionamiento del área experimental antes de la instalación del ensayo.

Anexo P *Registro fotográfico de la preparación de sustrato*



Nota. Evidencia fotográfica correspondiente a la preparación de sustrato

Anexo Q *Registro fotográfico del llenado de sustrato a las bolsas de polietileno*



Anexo R *Registro fotográfico de la siembra de semillas*



Nota. Imágenes del proceso de instalación de semillas para la obtención de patrones de palto.

Anexo S *Registro fotográfico del crecimiento de los patrones*



Nota. Evidencia visual del desarrollo vegetativo de los patrones durante la etapa de vivero.

Anexo T *Registro fotográfico del proceso de injertación*



Nota. Imágenes que muestran las actividades realizadas durante la injertación de las variedades Hass y Fuerte.

Anexo U *Registro fotográfico de la evaluación del prendimiento*



Nota. Evidencia visual utilizada para verificar el éxito de los injertos en los diferentes tratamientos.