

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“USO DE UN BIOESTIMULANTE Y DOS FUENTES DE ABONOS ORGÁNICOS
E INORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS MEJORADAS DE
Persea americana Mill. (PALTO) EN TINGO MARÍA”**

Tesis

**Para optar el título de
INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR:

JEANPIERE RAUL VASQUEZ MEJIA

Asesor

JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO

Tingo María – Perú

2025



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Km 1.21 carretera Tingo María. Telf. (082) 561136 E.mail: fagro@unas.edu.pe

"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Nº 016-2025-FA-UNAS

BACHILLER : JEANPIERE RAUL VASQUEZ MEJIA

TÍTULO : USO DE UN BIOESTIMULANTE Y DOS FUENTES DE ABONOS
ORGÁNICOS E INORGANICOS EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTULAS
MEJORADAS DE *Persea americana* Mill (PALTO) ENTINGO MARÍA.

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS
VOCAL : M.Sc. JIMMY ALCIDES OCAÑA REYES
VOCAL : M.Sc. GEIDER FALCON PAREDES

ASESOR : Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 25/07/2025

HORA DE SUSTENTACIÓN : 10:00 A.M.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : Sala de Audiovisuales de la F.A.

CALIFICATIVO : BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 25 DE JULIO DEL 2025

.....
Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS
PRESIDENTE

.....
M.Sc. JIMMY ALCIDES OCAÑA REYES
VOCAL

.....
M.Sc. GEIDER FALCON PAREDES
VOCAL

.....
Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO
ASESOR



UNAS

VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN

INSTITUTO DE
INVESTIGACIÓN

UNIDAD DE SOPORTE
CIENTÍFICO
REPOSITORIO INSTITUCIONAL

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 348 - 2025 - CS-RIDUNAS

El Jefe de la Unidad de Soporte Científico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:



Agronomía

Tipo de documento:

Tesis X Trabajo de Suficiencia Profesional

| TÍTULO | AUTOR | PORCENTAJE | |
|--|------------------------------|--------------|--|
| | | SIMILITUD | CONTENIDO GENERADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL |
| USO DE UN BIOESTIMULANTE Y DOS FUENTES DE ABONOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS MEJORADAS DE <i>Persea americana Mill.</i> (PALTO) EN TINGO MARÍA | JEANPIERE RAUL VASQUEZ MEJIA | 11 % Once | 0 % Cero |

Tingo María, 31 de octubre de 2025.

 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE SOPORTE CIENTÍFICO

ING. EINSTEIN A. ORTIZ MORALES
JEFE

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



USO DE UN BIOESTIMULANTE Y DOS FUENTES DE ABONOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS MEJORADAS DE *Persea americana* Mill. (PALTO) EN TINGO MARÍA

| | |
|-------------------------------|--|
| Autor | : Jeanpiere Raul Vasquez Mejia |
| Asesor | : Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano |
| Escuela Profesional | : Suelos y Fertilizantes |
| Área de Investigación | : Cultivos Tropicales / Fitosanidad |
| Línea (s) de Investigación | : Fertilidad clasificación, biología, manejo y conservación de suelos. |
| Eje temático de investigación | : Abonos orgánicos |
| Lugar de ejecución | : Vivero AGROKUMI - Tingo María |
| Duración del trabajo | : 8 meses |
| Financiamiento | : S/ 9 222,07 |

Tingo María – Perú, 2025



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN

UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

“Promoviendo la Calidad de la Investigación”

REGISTRO DE INFORME DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO

| | |
|-----------------------------------|--|
| Universidad | : Universidad Nacional Agraria de la Selva |
| Facultad | : Facultad de Agronomía |
| Escuela profesional/ | : Agronomía |
| Departamento Académico | : Ciencias Agrarias |
| Título de la Tesis | : Uso de un bioestimulante y dos fuentes de abonos orgánicos e inorgánicos en la producción de plántulas mejoradas de <i>Persea americana</i> Mill. (Palto) en Tingo María |
| Objetivo General | : Evaluar el efecto de tres atrayentes en el control de <i>Cosmopolites sordidus</i> y <i>Metamasius hemipterus</i> en el caserío La Cadena, Tingo María. |
| Autor de la Tesis | : Vasquez Mejia, Jeanpiere Raúl |
| DNI | : 73010848 |
| Correo Electrónico | : jeanpiere.vasquez@unas.edu.pe |
| Asesor(es) | : Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano |
| Área de Investigación | : Suelos y Fertilizantes |
| Grupo de Investigación | : Abonos orgánicos |
| Línea (s) de Investigación | : Fertilidad clasificación, biología, manejo y conservación de suelos |
| Lugar de Ejecución | : Vivero Agrokumi – Rio Negro – Tingo María |
| Fecha de Inicio | : Febrero del 2023 |
| Fecha de Término | : setiembre del 2023 |
| Presupuesto | : S/ 9 222,07 |
| Financiamiento | : Propio (X) FIF () Externo () |

Según: Resolución: N° 461-2023-R-UNAS y Resolución: N° 295-2023-R-UNAS

DEDICATORIA

A Dios

por estar siempre presente a través de las oraciones cuidando de los míos y de mí, por ser quien me sostiene en el día a día y no desfallecer en el logro de mis metas.

A mis padres,

Nolmi Mejía Acuña y Raúl Vásquez Melgarejo, quienes son los responsables de que Dios cuide mi camino mediante sus oraciones, por mostrarme el valor del sacrificio para alcanzar todo lo que nos proponemos en nuestras vidas y por cuidar de mí hasta ahora.

A mi familia

En especial a mi hermana Andrea Vásquez Mejía y mi hija Zarha Vásquez Bardales por su cariño y apoyo moral.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva por ser mi alma mater y a todos los docentes de la Facultad de Agronomía que contribuyeron en mi formación profesional.
- A mi asesor él Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano por sus enseñanzas, consejos y supervisión hasta culminación de este trabajo y por la revisión de la redacción técnica en base a las normas de redacción.
- A Ing. Carlos Miguel Miranda Armas en condición de presidente, por su apoyo en la ejecución, culminación y revisión académica del proyecto
- A los miembros del jurado de tesis el M.Sc. Jimmy Alcides Ocaña y M.Sc. Geider Falcon Paredes, por la revisión del trabajo y aportes en la mejora que fueron valiosos en el desarrollo y culminación del informe del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

| | Página |
|---|---------------|
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1. Objetivo | 1 |
| 1.2. Objetivos específicos..... | 2 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA | 3 |
| 2.1. Cultivo de palto | 3 |
| 2.1.1. Clasificación taxonómica | 3 |
| 2.1.2. Características botánicas | 3 |
| 2.1.3. Requerimientos edafoclimáticos | 4 |
| 2.1.4. Razas principales del palto..... | 4 |
| 2.1.5. Cultivares híbridos de aguacate | 6 |
| 2.2. Propagación de producción de plántones | 6 |
| 2.2.1. Ubicación de vivero | 6 |
| 2.2.2. Proceso de propagación..... | 7 |
| 2.2.3. Selección de patrones | 7 |
| 2.3. Injertación..... | 8 |
| 2.3.1. Injerto a la corona..... | 8 |
| 2.3.2. Injerto de inglés simple | 9 |
| 2.3.3. Injerto por hendidura..... | 9 |
| 2.3.4. Injerto por inglés doble | 9 |
| 2.4. Crecimiento de porta injertos | 10 |
| 2.5. Desarrollo del injerto | 10 |
| 2.5.1. Condiciones para el éxito del injerto..... | 10 |
| 2.5.2. Incompatibilidad | 11 |
| 2.5.3. Cuidados generales al injertar | 11 |
| 2.6. Ventajas del injerto..... | 11 |
| 2.7. Bioestimulante..... | 12 |
| 2.7.1. Ingrediente activo | 12 |
| 2.7.2. Auxinas | 12 |
| 2.7.3. Extracto algas marinas | 12 |
| 2.7.4. Giberelinas | 13 |
| 2.7.5. Citoquininas | 13 |

| | |
|---|----|
| 2.8. Bioestimulante Bayfolan Aktivador XL®..... | 13 |
| 2.8.1. Contenido Nutricional..... | 13 |
| 2.8.2. Indicaciones de uso..... | 13 |
| 2.9. Mallki 13 | |
| 2.10. YaraMila™ COMPLEX™..... | 14 |
| 2.11. Antecedentes..... | 16 |
| 2.11.1. Internacionales..... | 16 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 21 |
| 3.1. Lugar de ejecución..... | 21 |
| 3.1.1. Zona de vida..... | 21 |
| 3.1.2. Clima..... | 22 |
| 3.1.3. Condiciones meteorológicas del experimento..... | 22 |
| 3.2. Materiales y equipos..... | 23 |
| 3.2.1. Materiales biológicos..... | 23 |
| 3.2.2. Materiales de campo..... | 23 |
| 3.2.3. Materiales de laboratorio..... | 23 |
| 3.2.4. Insumos..... | 23 |
| 3.2.5. Equipos..... | 23 |
| 3.2.6. Programas..... | 23 |
| 3.3. Metodología..... | 23 |
| 3.3.1. Componentes en estudio..... | 23 |
| 3.3.2. Tratamientos en estudio..... | 24 |
| 3.3.3. Diseño experimental y análisis estadístico..... | 24 |
| 3.3.4. Características del campo experimental..... | 25 |
| 3.3.5. Croquis del experimento..... | 26 |
| 3.4. Ejecución del experimento..... | 26 |
| 3.4.1. Limpieza general de la parcela experimental..... | 26 |
| 3.4.2. Preparación de sustrato y llenado de bolsas..... | 27 |
| 3.4.3. Obtención de semilla de palto..... | 27 |
| 3.4.4. Siembra de las semillas pregerminadas..... | 27 |
| 3.4.5. Labores culturales en el vivero..... | 28 |
| 3.4.6. Aplicación de Bioestimulante..... | 28 |
| 3.5. Características evaluadas..... | 28 |
| 3.5.1. Parámetros biométricos..... | 28 |

| | |
|---|----|
| 3.5.2. Caracterización de las propiedades fisicoquímicas de los sustratos | 31 |
| 3.5.3. Determinación de la relación beneficio-costo de los tratamientos..... | 31 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 32 |
| 4.1. Evaluación del efecto de tres dosis de un bioestimulante y dos fuentes de abonos orgánicos e inorgánicos sobre los parámetros biométricos de plántulas mejoradas de <i>P. americana</i> | 32 |
| 4.1.1. Altura del portainjerto | 32 |
| 4.1.2. Diámetro del portainjerto | 37 |
| 4.1.3. Número de hojas del portainjerto | 43 |
| 4.1.4. Altura del injerto | 48 |
| 4.1.5. Diámetro del injerto | 53 |
| 4.1.6. Número de brotes del injerto | 58 |
| 4.1.7. Longitud y volumen radicular | 63 |
| 4.1.8. Área foliar | 65 |
| 4.1.9. Peso fresco y seco | 67 |
| 4.2. Caracterización de las propiedades fisicoquímicas de los sustratos elaborados a partir de dos fuentes de abonos orgánicos e inorgánicos para la producción de plántulas mejoradas de <i>P. americana</i> | 70 |
| 4.3. Determinación de la relación beneficio-costo del uso de un bioestimulante y dos fuentes de abonos orgánicas e inorgánicos en plántulas mejoradas de <i>P.</i> <i>americana</i> | 73 |
| V. CONCLUSIONES..... | 75 |
| VI. PROPUESTAS A FUTURO | 76 |
| VII. REFERENCIAS | 77 |
| ANEXOS..... | 81 |

ÍNDICE DE TABLAS

| Tabla | Página |
|---|--------|
| 1. Composición nutricional del Bayfolan Aktivador XL®..... | 13 |
| 2. Composición del compost Mallki..... | 14 |
| 3. Composición de YaraMila™ COMPLEX™..... | 15 |
| 4. Datos meteorológicos durante la ejecución del trabajo (2023) | 22 |
| 5. Tratamientos en estudio..... | 24 |
| 6. Esquema del análisis de varianza (ANVA)..... | 25 |
| 7. Análisis de varianza (ANVA) ($\alpha = 0,05$) de la altura del portainjerto (cm) de <i>P. americana</i> | 32 |
| 8. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) de la altura del portainjerto (cm) de <i>P. americana</i> | 33 |
| 9. Comparación del efecto del bioestimulante en la altura (cm) del portainjerto de <i>P. americana</i> | 35 |
| 10. Comparación del efecto del sustrato en la altura del portainjerto (cm) de <i>P. americana</i> | 35 |
| 11. Análisis de varianza (ANVA) ($\alpha = 0,05$) del diámetro del portainjerto (mm) de <i>P. americana</i> | 37 |
| 12. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) del diámetro del portainjerto (mm) de <i>P. americana</i> | 38 |
| 13. Comparación del efecto del bioestimulante en el diámetro del portainjerto (mm) de <i>P. americana</i> | 40 |
| 14. Comparación del efecto del sustrato en el diámetro del portainjerto (mm) de <i>P. americana</i> | 40 |
| 15. Análisis de varianza (ANVA) ($\alpha = 0,05$) del número de hojas del portainjerto de <i>P. americana</i> | 43 |
| 16. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) del número de hojas del portainjerto de <i>P. americana</i> | 44 |
| 17. Comparación del efecto del bioestimulante en el número de hojas del portainjerto de <i>P. americana</i> | 45 |
| 18. Comparación del efecto del sustrato en el número de hojas del portainjerto de <i>P. americana</i> | 46 |
| 19. Análisis de varianza (ANVA) ($\alpha = 0,05$) de la altura del injerto (cm) de <i>P. americana</i> | 48 |
| 20. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) de la altura del injerto (cm) de <i>P. americana</i> | 49 |

| | |
|---|----|
| 21. Análisis de varianza (ANVA) ($\alpha = 0,05$) del diámetro del injerto (mm) de <i>P. americana</i> | 53 |
| 22. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) del diámetro del injerto (mm) de <i>P. americana</i> | 54 |
| 23. Análisis de varianza (ANVA) ($\alpha = 0,05$) del número de brotes del injerto de <i>P. americana</i> | 58 |
| 24. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) del número de brotes del injerto de <i>P. americana</i> | 59 |
| 25. Comparación del efecto del sustrato en el número de brotes del injerto de <i>P. americana</i> | 60 |
| 26. Análisis de varianza (ANVA) ($\alpha = 0,05$) de la longitud (cm) y volumen (m ³) radicular de las plántulas de <i>P. americana</i> | 63 |
| 27. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) de la longitud (cm) y volumen (m ³) radicular de las plántulas de <i>P. americana</i> | 64 |
| 28. Análisis de varianza (ANVA) ($\alpha = 0,05$) del área foliar (cm ²) de las plántulas de <i>P. americana</i> | 66 |
| 29. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) del área foliar (cm ²) de las plántulas de <i>P. americana</i> | 66 |
| 30. Análisis de varianza (ANVA) ($\alpha = 0,05$) del peso fresco y seco (g) de las plántulas de <i>P. americana</i> | 68 |
| 31. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) del peso fresco y seco (g) de las plántulas de <i>P. americana</i> | 68 |
| 32. Comparación del efecto del sustrato en el peso fresco y seco (g) de las plántulas de <i>P. americana</i> | 69 |
| 33. Análisis fisicoquímico final de los sustratos compuestos por dos tipos de abonos orgánico e inorgánico | 72 |
| 34. Análisis de rentabilidad de la producción de plántulas de <i>P. americana</i> para una hectárea | 74 |
| 35. Descriptivos de la altura (cm) del portainjerto de <i>P. americana</i> a los 30 días de evaluación | 82 |
| 36. Descriptivos del diámetro (mm) del portainjerto de <i>P. americana</i> a los 30 días de evaluación | 82 |
| 37. Descriptivos de la altura (cm) del portainjerto de <i>P. americana</i> a los 60 días de evaluación | 83 |
| 38. Descriptivos del diámetro (mm) del portainjerto de <i>P. americana</i> a los 60 días de evaluación | 83 |

| | |
|---|----|
| 39. Descriptivos de la altura (cm) del injerto de <i>P. americana</i> a los 60 días de evaluación | 84 |
| 40. Descriptivos del diámetro (mm) del injerto de <i>P. americana</i> a los 60 días de evaluación | 84 |
| 41. Descriptivos de la altura (cm) del portainjerto de <i>P. americana</i> a los 90 días de evaluación | 85 |
| 42. Descriptivos del diámetro (mm) del portainjerto de <i>P. americana</i> a los 90 días de evaluación | 85 |
| 43. Descriptivos del número de hojas del portainjerto de <i>P. americana</i> a los 90 días de evaluación | 86 |
| 44. Descriptivos de la altura (cm) del injerto de <i>P. americana</i> a los 90 días de evaluación | 86 |
| 45. Descriptivos del diámetro (mm) del injerto de <i>P. americana</i> a los 90 días de evaluación | 87 |
| 46. Descriptivos del número de brotes del injerto de <i>P. americana</i> a los 90 días de evaluación | 87 |
| 47. Descriptivos del número de hojas del portainjerto de <i>P. americana</i> a los 120 días de evaluación | 88 |
| 48. Descriptivos de la altura (cm) del injerto de <i>P. americana</i> a los 120 días de evaluación | 88 |
| 49. Descriptivos del diámetro (mm) del injerto de <i>P. americana</i> a los 120 días de evaluación | 89 |
| 50. Descriptivos del número de brotes del injerto de <i>P. americana</i> a los 120 días de evaluación | 89 |
| 51. Medidas de la longitud y volumen radicular, Peso fresco y seco, Materia seca y Área foliar | 90 |
| 52. Descriptivos de la longitud radicular (cm) de plántulas de <i>P. americana</i> | 91 |
| 53. Descriptivos del volumen radicular (cm ³) de plántulas de <i>P. americana</i> | 92 |
| 54. Descriptivos del peso fresco (g) de plántulas de <i>P. americana</i> | 92 |
| 55. Descriptivos del peso seco (g) de plántulas de <i>P. americana</i> | 93 |
| 56. Descriptivos de la materia seca (g) de plántulas de <i>P. americana</i> | 93 |
| 57. Descriptivos del área foliar (cm ²) de plántulas de <i>P. americana</i> | 94 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura | Página |
|--|---------------|
| 1. Ubicación del área experimental | 21 |
| 2. Croquis del campo experimental | 26 |
| 3. Croquis de unidad experimental de un tratamiento | 26 |
| 4. Limpieza de semillas pregerminadas de palto variedad Topa Topa..... | 27 |
| 5. Determinación del volumen radicular | 30 |
| 6. Efecto de los tratamientos en la altura del portainjerto (cm) de <i>P. americana</i> ; (A) evaluación a los 30 días; (B) evaluación a los 60 días (C) evaluación a los 90 días | 34 |
| 7. Incremento de la altura del portainjerto (cm) de <i>P. americana</i> cada 30 días en los tratamientos en estudio | 36 |
| 8. Efecto de los tratamientos en el diámetro del portainjerto (mm) de <i>P. americana</i> ; (A) evaluación a los 30 días; (B) evaluación a los 60 días (C) evaluación a los 90 días..... | 39 |
| 9. Incremento del diámetro del portainjerto (mm) de <i>P. americana</i> cada 30 días en los tratamientos en estudio..... | 42 |
| 10. Efecto de los tratamientos en el número de hojas del portainjerto de <i>P. americana</i> (A) evaluación a los 90 días; (B) evaluación a los 120 días..... | 44 |
| 11. Incremento del número de hojas del portainjerto de <i>P. americana</i> cada 30 días en los tratamientos en estudio..... | 47 |
| 12. Efecto de los tratamientos en la altura del injerto (cm) de <i>P. americana</i> (A) evaluación a los 60 días; (B) evaluación a los 90 días (C) evaluación a los 120 días..... | 50 |
| 13. Incremento de la altura del injerto (cm) de <i>P. americana</i> cada 30 días en los tratamientos en estudio | 52 |
| 14. . Efecto de los tratamientos en el diámetro del injerto (mm) de <i>P. americana</i> (A) evaluación a los 60 días; (B) evaluación a los 90 días (C) evaluación a los 120 días..... | 55 |
| 15. Incremento del diámetro del injerto(mm) de <i>P. americana</i> cada 30 días en los tratamientos en estudio | 57 |
| 16. Efecto de los tratamientos en el número de brotes del injerto de <i>P. americana</i> (A) evaluación a los 90 días; (B) evaluación a los 120 días | 60 |

| | |
|--|-----|
| 17. Incremento del número de brotes del injerto de <i>P. americana</i> cada 30 días en los tratamientos en estudio | 62 |
| 18. Efecto de los tratamientos en la (A) longitud y (B) volumen radicular de plántulas de <i>P. americana</i> | 65 |
| 19. Efecto de los tratamientos en el área foliar de plántulas de <i>P. americana</i> | 67 |
| 20. Efecto de los tratamientos en el (A) peso fresco y (B) seco de plántulas de <i>P. americana</i> | 69 |
| 21. Aplicación del bioestimulante sobre las plántulas de <i>P. americana</i> a los 30 días... | 97 |
| 22. Aplicación del bioestimulante sobre las plántulas de <i>P. americana</i> a los 60 días... | 97 |
| 23. Aplicación del bioestimulante sobre las plántulas de <i>P. americana</i> a los 60 días... | 98 |
| 24. Aplicación del abono Mallki sobre el sustrato de las plántulas de <i>P. americana</i> ... | 98 |
| 25. Aplicación del abono YaraMila sobre el sustrato de las plántulas de <i>P. americana</i> | 99 |
| 26. Composición química del abono YaraMila | 99 |
| 27. Medición del peso del abono Mallki | 100 |

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en el vivero Agrokumi E.I.R.L., ubicado en el caserío de Bella, distrito de Mariano Dámaso Beraun, provincia de Leoncio Prado, con el objetivo de evaluar el efecto del uso de un bioestimulante y dos fuentes de abonos orgánicos e inorgánicos en la producción de plántulas mejoradas de *Persea americana* Mill. (Palto). Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial de 4×3 , de 12 tratamientos y 4 repeticiones. Los resultados mostraron que el bioestimulante Bayfolan Aktivator XL® tuvo un efecto significativo ($p > 0,05$) en la altura, diámetro y número de hojas del portainjerto, destacándose los tratamientos T₁₀, T₆ y T₁₂. En cuanto al número de brotes del injerto, los tratamientos con Mallki y YaraMila™ COMPLEX™ (T₉ y T₁₂) mostraron resultados significativos ($p > 0,05$). Sin embargo, no se observó efectos significativos en la altura y diámetro del injerto, así como en la longitud y volumen radicular, así como en el peso fresco y seco de las plántulas. Las propiedades fisicoquímicas de los sustratos indicaron una textura franco arenosa y un pH cercano a la neutralidad, favoreciendo la disponibilidad de nutrientes. Los tratamientos con YaraMila™ COMPLEX™ incrementaron significativamente los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, mientras que Mallki mejoró el contenido de materia orgánica. Además, los abonos contribuyeron a equilibrar la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y los cationes cambiables sin afectar la salinidad del suelo. Finalmente, los tratamientos sin bioestimulante, como T₁, T₂ y T₃, son los más rentables, con índices de rentabilidad (IR) superiores a 5 soles y un beneficio-costo (B/C) mayor a 4 soles. Estos resultados sugieren que la combinación adecuada de bioestimulante y abonos puede ser beneficiosa para la producción de plántulas mejoradas de *P. americana*.

Palabras clave: *portainjerto*, *sustratos*, *Bayfolan Aktivator®*, *Mallki*, *YaraMila™ COMPLEX™*

ABSTRACT

The research was conducted at the Agrokumi E.I.R.L. nursery, located in the Bella settlement, Mariano Dámaso Beraun district, Leoncio Prado province, with the aim of evaluating the effect of using a bio-stimulant and two sources of organic and inorganic fertilizers on the production of improved *Persea americana* Mill. (Avocado) seedlings. A completely randomized design (CRD) with a 4×3 factorial arrangement, consisting of 12 treatments and 4 repetitions, was used. The results showed that the bio-stimulant Bayfolan Aktivator XL® had a significant effect ($p > 0.05$) on the height, diameter, and number of leaves of the rootstock, with treatments T₁₀, T₆, and T₁₂ standing out. Regarding the number of shoots of the graft, treatments with Mallki and YaraMila™ COMPLEX™ (T₉ and T₁₂) showed significant results ($p > 0.05$). However, no significant effects were observed on the height and diameter of the graft, root length and volume, or fresh and dry weight of the seedlings. The physicochemical properties of the substrates indicated a sandy loam texture and a pH close to neutrality, favoring nutrient availability. The treatments with YaraMila™ COMPLEX™ significantly increased nitrogen, phosphorus, and potassium levels, while Mallki improved organic matter content. Additionally, the fertilizers helped balance the cation exchange capacity (CEC) and exchangeable cations without affecting soil salinity. Finally, the treatments without bio-stimulant, such as T₁, T₂, and T₃, were the most profitable, with profitability indexes (PI) higher than 5 soles and a benefit-cost (B/C) ratio greater than 4 soles. These results suggest that the proper combination of bio-stimulant and fertilizers can be beneficial for the production of improved *P. americana* seedlings.

Keywords: *rootstock, substrates, Bayfolan Aktivator®*, *Mallki, YaraMila™ COMPLEX™*

I. INTRODUCCIÓN

En el cultivo de palta es una actividad ancestral que genera mano de obra en la población su producción está influenciado a varios factores entre ellos es el establecimiento con plantones franca que hace la diferencia en la producción con parcela establecidas con plantones injertadas, ese último le hace más precoz en el inicio de la producción, así como también eleva la producción pudiendo llegar a producir 2.86 tn/ha al año y las plantas francas es de 1.19 tn/ha al año. Así mismo las plantas propagadas por injerto mejora la calidad genética y lleva la tolerancia frente a patógenos.

El injerto es un método de propagación vegetativa que se utiliza para acelerar la producción mejora las características de fruto existen diferentes técnicas y métodos de injertos para para plantas permanentes con el injerto en parche, injerto inglés, injerto corona, o injerto por hendidura. Los plantones no sólo necesitan, para crecer, agua, nutrientes del suelo, luz solar y bióxido de carbono atmosférico; ellas, como otros seres vivos, necesitan de otras sustancias como aminoácidos, enzimas, hormonas para lograr un crecimiento armónico, esto es, pequeñas cantidades de sustancias que se desplazan a través de sus fluidos regulando su crecimiento.

Con el uso de productos bioestimulantes, la producción de plantones a nivel viveros se hace más eficiente, ya que estos permiten obtener plantas vigorosas las mismas que por tener cualidades especiales, vigor y mayor resistencia de los plantones a las plagas y enfermedades, se desarrollan con más rapidez esto hace que los plantones reúnan rápidamente todas las características para ir al campo definitivo. El futuro de una plantación está asegurado con la calidad de los plantones que se obtienen y para esto interesa mucho el tratamiento que se de en vivero.

Con la aplicación de estas dos técnicas o manejos agronómicos se pretende obtener plantones mejoradas para su establecimiento en el campo definitivo

Ho: La aplicación de un bioestimulante y dos fuentes orgánicas e inorgánicas mejora el crecimiento de plantones de palto injertadas.

Ha: la aplicación de un bioestimulante y dos fuentes orgánicas e inorgánicas no mejora el crecimiento de plantones de palto injertadas.

1.1. Objetivo

Evaluar el efecto del uso de un bioestimulante y dos fuentes de abonos orgánicos e inorgánicos en la producción de plántulas mejoradas de *Persea americana* Mill. (Palto) en Tingo María, Huánuco.

1.2. Objetivos específicos

- a) Evaluar el efecto de tres dosis de un bioestimulante y dos fuentes de abonos orgánicos e inorgánicos sobre los parámetros biométricos de plántulas mejoradas de *P. americana*
- b) Caracterizar las propiedades fisicoquímicas de los sustratos elaborados a partir de dos fuentes de abonos orgánicos e inorgánicos para la producción de plántulas mejoradas de *P. americana*
- c) Determinar la relación beneficio-costos del uso de un bioestimulante y dos fuentes de abonos orgánicas e inorgánicos en plántulas mejoradas de *P. americana*

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Cultivo de palto

2.1.1. Clasificación taxonómica

El palto pertenece a la familia Lauraceae y su clasificación es la siguiente (Lemus *et al.*, 2012):

- Reino : Vegetal
- División : Magnolíneas
- Clase : Angiospermeae
- Orden : Ranales
- Familia : Lauráceae
- Género : *Persea*
- Especie : *Persea americana* Mill.
- Razas : Mexicana, Guatemalteca, Antillana.

2.1.2. Características botánicas

a) Semilla. Según Bernal *et al.* (2008), la semilla tiene un tamaño considerable y puede tener diferentes configuraciones, como aplastada, esférica, ovalada, ovalada ancha o en forma de corazón. En la relación entre el fruto y la semilla, el endocarpio cumple un papel relevante, siendo preferible que el fruto deba tener una cantidad más alta de pulpa y la semilla debe ser de tamaño pequeño o mediano.

b) Raíz. Lemus *et al.* (2012) señalan que las raíces de la planta son superficiales y su desarrollo depende de aspectos como la diversidad, la clase de terreno y las condiciones de cultivo. Generalmente, alcanzan una profundidad de entre 1 y 1,5 metros, aunque en suelos más sueltos pueden extenderse aún más. Presentan pocos pelos absorbentes, y son las raicillas las encargadas de la captación de agua y elementos nutritivos. Sin embargo, estas estructuras son muy vulnerables al exceso de humedad, la carencia de oxígeno y la invasión de hongos.

c) Tallo. Según Lemus *et al.* (2012) describen el tallo como un tronco de forma cilíndrica, erecto, leñoso y ramificado, con una corteza rugosa que en ocasiones muestra surcos a lo largo. La parte superior, hecha de ramas que se extienden, tiene una forma redondeada o en forma de campana.

d) Ramas. Lemus *et al.* (2012) indican que las ramas son vulnerables a las quemaduras solares y a las heladas. Se caracterizan por ser numerosas, delgadas y frágiles, lo que las hace propensas a quebrarse cuando soportan una carga excesiva de frutos o debido a la acción del viento

e) Hojas. Lemus et al. (2012) describen a la planta como un árbol perennifolio con hojas alternas y pedunculadas, de aspecto muy brillante. Estas hojas son simples, de borde entero, con forma elíptica y alargada, y presentan nervaduras pinnadas, similares a una pluma. Se insertan en el tallo mediante un pecíolo. En su etapa juvenil, las hojas tienen un tono rojizo y una epidermis pubescente; al madurar, se vuelven lisas, de textura coriácea, y adquieren un color verde oscuro intenso.

2.1.3. Requerimientos edafoclimáticos

Mora y Acuña (2015) indican que, con el fin de lograr una propagación exitosa del aguacate, el vivero debe cumplir con ciertas condiciones. El terreno necesita ser liviano y disponer de un adecuado drenaje para prevenir acumulaciones de agua. Dado que se trata de una instalación de uso permanente, es recomendable que cuente con estructuras como invernaderos cubiertos con plástico y sarán, capaces de proporcionar entre un 25 % y 40 % de sombra, especialmente durante las etapas de siembra, brotación, injerto y el comienzo del crecimiento del injerto. Luego, las plantas deben ser expuestas gradualmente al aire libre, resguardadas del aire y de la energía radiante solar intensa. La temperatura ideal para el desarrollo constante de las plantas se sitúa entre los 26 y 28 °C. Además, se aconseja construir zanjas alrededor del vivero para drenar el exceso de agua y prevenir la entrada de aguas contaminadas que puedan propagar enfermedades del suelo.

2.1.4. Razas principales del palto

a) Raza Guatemalteca

Bernal et al. (2020) indican que la variedad guatemalensis de *Persea americana* se encuentra en las regiones montañosas de Guatemala. En Colombia, esta variedad se ajusta adecuadamente a altitudes que oscilan entre los 1.000 y 2.000 metros sobre el nivel del mar. Los frutos presentan formas esféricas, ovaladas o piriformes, y su color varía desde un verde opaco hasta un morado oscuro al alcanzar la madurez. Pueden ser de tamaño mediano o grande. Entre las diferentes variedades o cultivares de esta se incluyen: Hass, Lamb-Hass, Hass Carmen, Reed, Edranol, Itzama, Nabal, Linda, Pinkerton y Mayapan.

b) Raza Antillana

Bernal et al. (2020) señalan que la especie antillana, *Persea americana* var. americana, tiene su origen en las selvas cálidas, húmedas y de tierras bajas de Centroamérica. Esta raza se distingue principalmente por el tamaño considerable de sus frutos, que pueden llegar a pesar entre 250 y 2 500 gramos, con formas que pueden ser ovalados, circulares o con forma de pera. La cáscara en los frutos es lisa o correosa, flexible, delgada y

no granulada, presentando una amplia gama de colores que incluye verde, amarillo verdoso, verde intenso, rojo amarillento, color rojo, púrpura o negro. La pulpa contiene un bajo porcentaje de grasa (5 a 15 %) y un alto contenido de azúcar (alrededor del 5 %). La semilla es de gran tamaño y, por lo general, no llena por completo la cavidad en la que se encuentra. Las hojas de estos árboles no poseen aroma. Por su parte, Rosas (2019) destaca que una de las principales cualidades estos patrones es su capacidad para resistir la salinidad. Entre las diferentes variedades o cultivares de esta raza son: Lorena, Butler, Fuchs, Fucsia, Hulumanu, Peterson, Pinelli, Pollock, Ruehle, Russell, Simmonds, Trapp, Villacampa, Waldin, común o criollo, venezolano y Curumaní (Bernal et al., 2008).

c) Común o criollo de la zona de Tingo María

Para ejecutar el presente trabajo de investigación se ha realizado la caracterización de la planta de donde se usó como patrón. Es una planta franca con vigor fuerte de 15 m de altura y 0,5 m de ancho (tronco), de forma ovada de superficie rugosa, distribución de las ramas axial, con ángulo de inserción de menos de 90° de longitud 1,05 m entre los entrenudos. El color de la rama joven es rojo, de superficie pubescente. Su fructificación es de mayo a noviembre, con frutos en racimo. El fruto mide 17 cm de longitud y de 650 g de peso, la superficie de la cascara según su rugosidad es intermedia de color verde, de 1 mm de grosor; el color de la pulpa es, verde claro. La semilla pesa 92 g de peso, 6,7 cm de longitud y 4,5 cm de diámetro (Tarazona, 2017).

d) Raza Mexicana

Persea americana var. *drymifolia*, llamada comúnmente la variedad mexicana, se caracteriza por su adaptación a climas fríos, siendo capaz de resistir temperaturas de hasta 2,2 °C, con un rango óptimo de desarrollo entre los 5 y 17 °C. Esta variedad prospera en altitudes de más de 1 700 metros por encima del nivel del mar. Sus hojas son de menor tamaño en comparación con las de otras especies, son alargadas y tienen glándulas que almacenan aceites esenciales, los cuales liberan un fuerte aroma a anís al ser presionadas. Entre las tres razas principales, esta es la que tiene el nivel más alto de grasa, llegando hasta un 30 %, y el porcentaje más bajo de azúcar alrededor del 2 % (Bernal et al.; 2008, 2020).

Es la especie que muestra la mayor tolerancia al frío, aguantando temperaturas de hasta -9 °C. Dentro de las diferentes variedades o cultivares que forman parte de la raza mexicana, se incluyen: Puebla, Duke, Gottfried, Zutano, Bacon y Topa Topa (Bernal et al., 2008).

2.1.5. Cultivares híbridos de aguacate

a) Variedad hall

Es un híbrido de guatemalteca por antillana, fruto periforme de tamaño grande de 700 a 800 gramos en promedio; la cascara es suave al tacto, de color verde oscuro, medianamente gruesa y correosa. En Lima madura de junio a julio. La calidad es buena, la semilla es de tamaño mediano, el árbol es vigoroso y su producción elevada, pero tiene tendencia a la alternancia, está adaptada a altitudes que van de 0 a 1500 msnm y se comporta muy exitosamente sobre todo en Chanchamayo y otros lugares de la selva (Tarazona, 2017).

b) Variedad Fuerte

Principal cultivar de esta raza, son árboles precoces y de porte bajo, originario de Atlixco (México). Resiste el frío y es uno de los materiales de aguacate más cultivados en el mundo. Es autofértil, pero es mejor polinizarlo con las variedades Ettinger, Hass o Puebla; es sensible a los excesos de calor o frío durante la floración y fructificación. En ocasiones presenta dos a tres cosechas reducidas. La cáscara pela fácilmente, es delgada, lisa, flexible, de color verde opaco; la pulpa amarillo pálido, es de excelente calidad y con sabor a nuez (Bernal *et al.*, 2008).

2.2. Propagación de producción de plántones

2.2.1. Ubicación de vivero

Según Rosas (2019) señala que para tener éxito en la propagación del aguacate, el vivero debe estar ubicado en un lugar protegido del viento, con buena exposición al sol durante todo el día. La temperatura ideal para que se produzca un desarrollo continuo de las plantas oscila entre 26 – 28 °C. Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2015), manifiesta que, para la producción de material vegetal de propagación, se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones: El vivero debe estar ubicado en un lugar alejado de cultivos comerciales de aguacate. Ubique el vivero en un lugar libre de *Phytophthora cinnamomi* y sin escurrimiento de agua desde áreas adyacentes. Evitar el ingreso y tránsito de personas ajenas al área de producción del material de propagación. Ubicar en los puntos de acceso al vivero tanto vehicular como peatonal, pocetas o pediluvios con desinfectantes como sulfato de cobre, oxiclورو de cobre o hipoclorito de sodio, entre otros.

El vivero debe disponer de mallas y cortinas para mantener aisladas las plantas Rosas (2019), dice que también es necesario que el vivero cuente con una entrada única, en la que se coloca una almohadilla que contenga una solución de sulfato de cobre al 10% o formalina al 5% para la desinfección de los zapatos. Es preferible que únicamente entren al

vivero solamente las personas encargadas de realizar trabajos en él, para evitar la entrada de enfermedades de suelo.

2.2.2. Proceso de propagación

Collao (1998), señala que el cultivo del palto presenta varias diferencias a nivel tecnológico que determinan su productividad. Por este motivo, la elección de un buen portainjerto es clave para definir el éxito o fracaso de una plantación. Está demostrado que el uso de porta injertos es clave para la mejora sustantiva de los rendimientos, calidad de frutos y explotación de cultivos en sitios con limitantes edáficas. Toledo (1996), menciona que a nivel mundial la selección de portainjertos de palto en países como Estados Unidos, Sudáfrica y Australia se ha enfocado principal mente a la búsqueda de portainjertos resistentes o tolerantes al hongo patógeno *P. cinnamomi*.

2.2.3. Selección de patrones

Quiroz (2018), sostiene que para asegurar una planta sana y vigorosa es muy importante saber seleccionar el tipo de patrón a utilizar, debido a que en cada zona existen variedades con diferentes características, unas más resistentes que otras. En la actualidad se buscan patrones o porta injertos que presenten mayor tolerancia al problema fungoso causado por *P. cinnamomi*, resistencia a la salinidad y sobre todo altos rendimientos por hectárea.

Según Mora & Acuña (2015), recomiendan que tanto las semillas para patrones, como las varetas de las variedades seleccionadas que se usarán para injertar, deberán tomarse de árboles debidamente identificados. Estos serán los mejores en calidad, producción, vigor y sanidad, cada viverista que desea producir plantas de aguacate debería saber acerca del tipo de patrón que se adapte a las condiciones locales para brindar árboles que se adapten bien. Los patrones para emplear deben provenir de plantas madre sanas, con buenas características de conformación, una excelente adaptación a la zona donde se encuentre, con un historial debidamente documentado y que hayan tenido un manejo agronómico adecuado, es decir, cuenten con planes de manejo de plagas, de riego y fertilización.

Los patrones para utilizar como portainjerto deben provenir de árboles nativos o locales que tengan alta rusticidad y adaptabilidad al medio ambiente. La semilla para el patrón se debe seleccionar de árboles adultos, que hayan tenido por lo menos dos cosechas, bien formados, que estén bien adaptados a las condiciones edafoclimáticas 13°C en las cuales se establecerá el cultivo, que sean productivos, que posean frutos de buena calidad, que estén sanos y que presenten resistencia o tolerancia a los principales problemas sanitarios ((Mejía, 2009).

2.3. Injertación

Campos *et al.* (2012), manifiestan injertar la planta criolla patrón a los diez meses de edad, o cuando éste tenga aproximadamente 1,5 cm de grosor en la base del tallo, durante los meses de mayo a agosto. La vareta debe tener un grosor semejante a la del tallo del patrón en el que se injertará. Según Rosas (2019), indica el injerto se realiza cuando el tallo de la planta patrón tiene 1,00 cm. de diámetro (aproximadamente después de 6 meses de la siembra) y a 10 cm. de la base. El método más difundido para injertar el aguacate es el de unión lateral, aunque también da buenos resultados el injerto de púa terminal, sin embargo, también se 5 practican otros como el injerto de escudete y el de hendidura, pero con menor éxito. Según (Rosas, 2019; Whitsell, 1989), mencionan que cuando las plantas tienen una altura entre los 30-75 cm, generalmente dos a cuatro meses después de la siembra, ellas están listas para ser injertadas con la variedad comercial el momento ideal para realizar la injertación es cuando las plantas han alcanzado un diámetro mínimo de 0,5-0,6 cm. Campos *et al.* (2012), señalan que existen varios tipos de injerto que se pueden efectuar en aguacate como son: enchapado lateral, yema, yema en escudete o parche y de hendidura.

2.3.1. Injerto a la corona

Medina (2014), menciona, el injerto por corona se utiliza casi exclusivamente en ramas gruesas, idealmente de hasta 20 cm de diámetro, como por ejemplo cuando queremos cambiar de variedad en un árbol adulto. Es recomendable hacerlo a finales de invierno o principio de primavera cuando el patrón empieza a tener movimiento de savia. Pasos para seguir: Se corta el patrón en sentido horizontal, a la púa se le realiza un solo corte en bisel, retirando la corteza en esa zona. Se realizan una pequeña reducción en la zona de corte del patrón haciéndose una incisión de arriba abajo que permita que se separe la “cáscara”; en esas incisiones irán insertadas las púas. Insertaremos varias púas con 2 o más yemas cada una, de forma que queden acopladas debajo de la corteza del patrón. Por último, amarramos todo el conjunto firmemente y sellamos con la pasta de injertos.

Es un tipo de injerto fácil y que tiene buen porcentaje de prendimiento, se utiliza, entre otros posibles fines, para cambiar la variedad en olivo, palto, cítricos, almendro, etc. Sirve para cualquier árbol o arbusto de hoja perenne o caduca. El patrón puede tener de 3 a 30 cm. de diámetro o incluso más. Se hace en primavera, cuando ya está en savia, puesto que es necesario poder separar la corteza en el patrón Medina & Perdomo (2013). La púa se recolecta en invierno y se 6 mantienen en el frigorífico. Antes de guardarlas, se deben mojar un poco, envolver en papel de cocina o de periódico y meter en una bolsa de plástico para evitar

que se sequen. Si es un árbol de hoja perenne, se recoge y se injerta directamente, sin guardar. La púa debe tener 2 ó 3 yemas y 10 -12 cm. de longitud.

2.3.2. Injerto de inglés simple

Yupanqui (2013), este tipo de injerto se hace en tallos finos, de 2 centímetros de diámetro como máximo (0,5-1,5 cm es lo normal), es preferible que el patrón y la púa tengan el 20 mismo diámetro, si la púa es considerablemente más delgada que el patrón, la púa hay que colocarla desplazada a un lado, no en el centro, los injertos se hacen a finales de invierno, es decir, cuando la púa está en reposo. De hecho, según Vílchez (2017) manifiesta que esta técnica es un poco más lenta de realizar, pero presenta la ventaja de poder prescindir de ligadura ya que no hay peligro que ambos tejidos cortados se resbalen, ya que se mantienen bien encajados solos en el lugar. La yema se prepara anteriormente, pero en este caso los cortes en bisel no son planos, sino que tienen un corte adicional o una Hendidura de 7 algunos centímetros, dejando para ello una lengüeta en el tercio superior de cada uno de los biseles (copa y patrón). Las dos partes enseguida se encajan trabando las lengüetas y haciendo corresponder el cambium. El método requiere el material suave y se usa a menudo con plantas jóvenes injerto de corona con poca lignificación.

2.3.3. Injerto por hendidura

Unaicho (2014), Consiste en injertar un trozo de vareta o rama conteniendo de dos a tres yemas a un patrón. Se debe realizar en patrones con un diámetro similar al de un lápiz, las varetas deben tener el mismo grosor que el patrón con 2 o 3 yemas. En el extremo inferior de la vareta se realiza una púa, luego una inserción en el centro de esta. En el patrón bajo la cicatriz del cotiledón, se efectúan dos cortes longitudinales uno superficial y otro profundo. La púa de la vareta (2 a 3 cm.) debe penetrar y coincidir en la doble hendidura del patrón. Amarrar con cinta plástica transparente de abajo hacia arriba cubriendo totalmente la vareta. Después de 20 días de la injertación se retira la cinta y se aplica un fungicida cúprico. A los 40 días después de haber retirado la cinta plástica se realiza un corte a 10 cm., sobre el injerto en el patrón.

2.3.4. Injerto por ingles doble

Según García (2010), Este tipo de injerto es uno de los más utilizados cuando ambos, el patrón y el injerto tienen diámetros iguales y este está entre 5 y 20 mm. Se toma una estaca que tenga varias yemas, una de las cuales puede ser la yema terminal y se agudiza en el 8 extremo inferior para formar una cuña, los cortes deben ser limpios y planos. Luego se realiza un corte longitudinal al patrón previamente cortado, por su centro 16 hasta una profundidad equivalente a la longitud de la cuña. Finalmente se introduce la cuña en el patrón

y se ata firmemente con cinta plástica o rafia. La unión debe quedar hermética para evitar la deshidratación y debe garantizarse la perfecta coincidencia de los cambiums de ambas partes. Si el injerto ha sido cortado como una estaca sin yema terminal, la sección superior debe impermeabilizarse con cera. La cinta debe retirarse a los 15-20 días, tiempo suficiente para que se haya producido la unión vegetativa, si se prolonga mucho este tiempo pueden desarrollarse hongos perjudiciales en la unión o la ligadura puede estrangular el injerto arruinándolo. Al retirar la cinta debe tenerse cuidado para no romper la ligadura entre las partes que es aún muy delicada.

2.4. Crecimiento de porta injertos

Pueden ocurrir deficiencias de fierro, por lo que se aplica quelato de fierro, incorporado al suelo disuelto en agua. El riego se puede realizar con un sistema presurizado con manguera. En general, hay un 10% de pérdida de portainjertos por causa de albinismo, enanismo, arrosetamiento y pudriciones (Castro *et al.*, 2008).

2.5. Desarrollo del injerto

Una vez que el injerto ha brotado y alcanza los 15 a 20 cm de altura, comienzan las fertilizaciones periódicas al suelo en base a urea (Castro *et al.*, 2008).

Plantón terminado: Una planta se considera terminada cuando el brote del injerto alcanza una altura entre 30 a 60 cm dependiendo de la variedad. La duración de todo proceso de propagación fluctúa entre 12 y 18 meses (Castro *et al.*, 2008).

2.5.1. Condiciones para el éxito del injerto

Según Estrada (2014), afirma que hay seis condiciones importantes que deben tenerse en cuenta para el éxito del injertado la variedad y el patrón deben ser compatibles, es decir, han de poderse unir y formar una sola planta. La variedad y el patrón deben proceder de material vegetal sano, es decir, no han de presentar enfermedades y deben estar libres de virus. El cambium, o zona generatriz (parte situada debajo de la corteza) del patrón y de la variedad deben quedar en íntimo contacto. También menciona, El injertado debe hacerse en época oportuna, en que patrón y variedad se encuentran en estado fisiológico adecuado de actividad vegetativa. Cuando la corteza se separa con dificultad (está muy pegada) la época, por lo general, no es oportuna. Inmediatamente después del injertado todas las superficies cortadas deben protegerse cuidadosamente, con cinta plástica, para evitar la desecación e infección de los tejidos. Se deben cuidar y vigilar los injertos hasta que la variedad crezca convenientemente han de suprimirse los rebrotes del patrón, en tutorar el brote de la variedad, etc.

2.5.2. Incompatibilidad

Cuando el patrón y la púa de plantas no están relacionadas entre sí, se injertan, es muy probable que fallen por completo en la formación de una unión debido a la incompatibilidad que existe entre esas especies, pero puede unirse inicialmente con éxito aparente y luego de manera gradual con el tiempo desarrollen síntomas de incompatibilidad, ya sea; fallas en formar unión de injerto que tenga éxito en un gran porcentaje de casos o amarillamiento de las hojas, luego, seguido de defoliaciones tempranas, declinación de crecimiento vegetativo, aparición de muerte en los tejidos periféricos de la púa, muerte muy temprana del árbol que puede vivir tan solo uno o dos años, desarrollo excesivo de la unión del injerto arriba o debajo de ella (Hartmann & Kester, 1981; Rosas, 2019).

a) Causas de la incompatibilidad

Una de las causas más importantes es que existen diferencias en las características de crecimiento del patrón y de púa; esto es, si se presentan diferencias marcadas con el vigor o en la época de iniciación o término del ciclo vegetativo. También, las diferencias fisiológicas y bioquímicas del patrón y la púa, tanto uno como otro pueden liberar sustancias enzimáticas que inhiben la actividad cambial y la formación de floema y xilema respectivamente. Otro caso es cuando en la unión del injerto se forma buenas conexiones de xilema, pero los tejidos del floema no llegan a unirse, como resultado la muerte de las raíces con marchitamiento y muerte de la copa del árbol (Hartmann & Kester, 1981; Rosas, 2019).

2.5.3. Cuidados generales al injertar

Según Tarazona (2017), es muy importante mantener limpio la navaja del injertador, desinfectar en cada cirugía la afinidad o compatibilidad entre el patrón y el injerto, provenientes de plantas sanas y certificadas. Según Hernandez (2008) menciona que el Injerto se realiza a los 20 cm de altura de planta, el calibre del patrón y la yema deben ser iguales. Los árboles proveedores de yemas cv. “Hass” “Fuerte” etc., deben tener buena productividad y sanidad; sin defectos. Realizar en la yema o “Púa”, cortes en bisel simple o doble bisel; unir las partes con la mayor exactitud entre la yema y el patrón sin dejar espacios vacíos; contrariamente se forman hongos que afectan el desarrollo de la planta o la pérdida del injerto. Si se pone en contacto solo una reducida porción de las regiones cambiales del patrón y de la variedad, la unión será deficiente.

2.6. Ventajas del injerto

Tejada (2017), menciona que:

- a) Difundir o multiplicar variedades de difícil propagación por semilla, o mal enraizamiento por esqueje, conservando las mismas propiedades que sus progenitores (clones).
- b) Aprovechar la resistencia y rusticidad del patrón frente a plagas, enfermedades en condiciones de suelo es difícil de controlar.
- c) Mejorar condiciones de la propia variedad gracias a la influencia favorable del patrón (mayor vigor, tamaño de frutos, precocidad, enanismo, etc.).
- d) Transformar la plantación a variedades más comerciales o rejuvenecer plantas viejas o reparar cortezas dañadas.
- e) Permitir el desarrollo de distintos tipos de fruta o flores sobre un mismo árbol.

2.7. Bioestimulante

Los bioestimulantes son sustancias orgánicas o sintetizadas en laboratorio, también siendo una mezcla del grupo de fitohormonas que, al ser aplicadas exógenamente puede tener efectos de inhibir o promover el crecimiento vegetal, según las relevancias agronómicas obtenidas en estudios, este tipo de bioproductos poseen un efecto eficaz cuando se aplican en concentraciones bajas (Martínez *et al.*, 2017).

2.7.1. Ingrediente activo

Es una molécula o mezcla de moléculas que hacen que una sustancia se activa, que posee efectos directo sobre las plantas para estimular su elongación celular o suprimir plagas y enfermedades, los bioestimulantes las principales biomoléculas activas que los constituye son, auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico.

2.7.2. Auxinas

Las auxinas son fitohormonas que se encuentra endógenamente, cuales se encuentra biológicamente activa en todas las etapas fenológicas de las plantas, estas también se distribuyen de manera diferenciada dentro de los tejidos lo que origina a diferentes procesos morfofisiológicos (Alcantara *et al.*, 2019).

2.7.3. Extracto algas marinas

Se trata de un extracto de algas marinas provenientes de Noruega (*Ascophyllum nodosum*), utilizado en cultivos extensivos, hortícolas, frutales y ornamentales. Este extracto contiene macronutrientes y micronutrientes, aminoácidos, carbohidratos, proteínas, vitaminas, y fitohormonas como citoquininas, giberelinas y auxinas que promueven el crecimiento (Ecuauímica, 2020)

El mismo autor menciona que el “Seaweed extract” estimula la producción de metabolitos vegetales como las betaínas, un nuevo grupo de biomoléculas que ayudan a los vegetales a resistir enfermedades.

2.7.4. Giberelinas

El ácido giberélico es una hormona vegetal que se produce endógenamente en las plantas y producida también por microorganismo benéfico y perjudicial, cuales influyen en los cambios morfofisiológicos de las raíces, hojas y flores (Alcantara et al., 2019).

2.7.5. Citoquininas

Las citoquininas poseen efectos sobre la elongación del sistema radicular, se encuentran relacionadas con las auxinas en los mecanismos de proliferación de nuevos brotes, los cambios estructurales en la raíz se encuentran influido por la concentración de auxinas y citoquininas además esta fitohormona se deriva de adenina (Alcantara et al., 2019).

2.8. Bioestimulante Bayfolan Aktivador XL®

Es un bioestimulante orgánico derivado de sustancias orgánicas de origen animal y vegetal que puede emplearse en cualquier cultivo. Ha sido desarrollado para una rápida revitalización de las plantas afectadas por estrés. Actúa como regulador de crecimiento nutricional, suministrando a las plantas aminoácidos y péptidos listos para su utilización.

2.8.1. Contenido Nutricional

Tabla 1. Composición nutricional del Bayfolan Aktivador XL®

| Elemento | Contenido |
|-------------------------|-----------|
| Aminoácidos totales (N) | 46.9% p/p |
| Aminoácidos libres | 7.87% p/p |
| Zinc | 1.2% p/p |
| Manganeso | 0.4% p/p |
| Boro (B) | 0.03% p/p |
| Ácidos fúlvicos | 2,0% p/p |

Fuente: Ficha técnica Bayfolan Aktivador XL (BAYER)

2.8.2. Indicaciones de uso

Totalmente soluble en agua y en la mayoría de los plaguicidas utilizados en la agricultura. El producto no debe ser utilizado en mezcla con aceites minerales ni con productos de cobre.

2.9. Mallki

Montoya (2017) señala que el compost Mallki es el abono orgánico mejorador de suelos creado por San Fernando; un abono orgánico de alta calidad, 100 % natural y libre de

impurezas que reduce el consumo de agua y aporta microorganismos benéficos al suelo. Compost Mallki resalta por su riqueza en nutrición y en su efecto físico porque incrementa la materia orgánica del suelo, lo que lo convierte en un producto indispensable para la fertilidad (Tabla 2). El abono orgánico Compost Mallki se obtiene mediante la degradación microbiana de materia orgánica a través de un proceso controlado. Contar con Compost Mallki es una garantía de un abono orgánico estabilizado, inocuo y cuyo uso disminuye los riesgos de contaminación con vectores (moscas, malos olores, pulgas, enfermedades, entre otros). Las propiedades son: Alta capacidad de retención de agua, producto estandarizado, procesado y libre de impurezas, no contiene organismos patógenos.

Tabla 2. Composición del compost Mallki

| Macro nutriente | | Micro nutriente | |
|--|-------------|-----------------|-----------------|
| Nitrógeno (N) | 1.2 – 2.5 % | Manganeso (Mn) | 500 - 650 ppm |
| Fósforo (P ₂ O ₅) | 1.0 – 2.0 % | Boro(B) | 70 - 100 ppm |
| Potasio (K ₂ O ₅) | 2.1 - 3.5 % | Zinc (Zn) | 400 - 600 ppm |
| Calcio (CaO) | 3.0 - 3.5 % | Cobre (Cu) | 65 - 90 ppm |
| Magnesio (MgO) | 0.8 - 1.2 % | Hierro (Fe) | 3500 - 8500 ppm |

Fuente: Montoya (2017)

2.10. YaraMila™ COMPLEX™

YaraMila™ COMPLEX™ es un fertilizante en forma de perlas que proporciona una mezcla balanceada de nutrientes esenciales, incluyendo nitrógeno en sus formas nítrica y amoniacal, fósforo, potasio, azufre, magnesio y microelementos como boro, hierro, manganeso y zinc. Su alta solubilidad permite su aplicación tanto en la siembra inicial como en etapas posteriores de cultivo (Yarecuador, 2023).

Este fertilizante ofrece una proporción ajustada de nitrógeno nítrico y amoniacal para respaldar el crecimiento de la planta en sus diferentes etapas. El fósforo contenido en YaraMila™ COMPLEX™ se encuentra en una forma de fácil absorción para la planta, permitiendo una disponibilidad prolongada durante el desarrollo radicular. Asimismo, el potasio, derivado de sulfato y con bajo contenido de cloro, es soluble y fácilmente asimilable, lo que beneficia la calidad de frutas y hortalizas al promover la producción de azúcares (Tabla 3) (Yarecuador, 2023).

YaraMila™ COMPLEX™ se presenta sin polvo y con un alto contenido de nutrientes equilibrados. Su magnesio, azufre y microelementos contribuyen a funciones esenciales de la planta, como la síntesis de clorofila y la formación de enzimas, proteínas y vitaminas, apoyando así un desarrollo vigoroso y saludable del cultivo (Yarecuador, 2023).

a) Diseño de sus componentes para un alto rendimiento

- Nitrógeno Balanceado, compuesto por nitrógeno nítrico y amoniacal. No contiene urea.
- Fósforo protegido, al ser formulado con Poly-fosfatos, se asegura un mejor suministro de fósforo al cultivo.
- Contiene Potasio, Magnesio y Azufre de alta absorción.
- Muy bajo contenido de cloro (menos del 1,5%).
- Aspectos que mejoran el desempeño
- Diseñado para una rápida entrega de los nutrientes
- Perlas uniformes lo que asegura mayor cobertura.
- Granulometría 88% entre 2-4 mm.
- Muy baja volatilidad del Nitrógeno.
- Bajo impacto salino, 1,02 mS/cm en dosis de 1 gr/L.
- Muy bajo nivel de polvo.

b) Beneficios de YaraMila™ COMPLEX™

- Fertilización homogénea. Nutrición balanceada en cada perla.
- Tecnología Yara. Nitrofosfato único que aporta Poly y Orto fosfatos.
- Seguro para el cultivo. Basado en Sulfato de Potasio para productos libre de cloro.
- Ahorre tiempo. Excelente manejo y capacidad de dispersión.
- Calidad comprobada.

Tabla 3. Composición de YaraMila™ COMPLEX™

| Elemento | Contenido |
|--|------------------|
| Nitrógeno total (N) | 12% |
| Nitrógeno (N) Nítrico | 5% |
| Nitrógeno (N) Amoniacal | 7% |
| Fósforo (P ₂ O ₅) | 11% |
| Potasio (K ₂ O) | 18% |
| Magnesio (MgO) | 2,7% |
| Azufre (S) | 8% |
| Zinc (Zn) | 0,02% |
| Hierro (Fe) | 0,2% |
| Manganeso (Mn) | 0,02% |
| Boro (B) | 0,015% |

Fuente: Yarecuador, (2023)

2.11. Antecedentes

2.11.1. Internacionales

En Brasil, Costa et al. (2011) reportaron que la aplicación de fertilizante de liberación lenta (FLL) NPK(15-10-10) y solución nutritiva presentó efectos significativos ($p < 0,05$) sobre el crecimiento y desarrollo de portainjertos de *Persea americana* var. Quintal injertados con la variedad Fortuna. Los mejores resultados se obtuvieron con una dosis de 4 kg.m^{-3} de FLL, alcanzando valores promedio para altura (43,5 y 41,5 cm), diámetro (9,1 y 9 mm), materia seca de hojas (61,75 y 60,5 g), raíces (73,75 y 74 g) y tallo (60 y 58,5). En cuanto a las propiedades fisicoquímicas, no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en el contenido de nitrógeno y potasio en las hojas; sin embargo, el fósforo disponible fue mayor con la solución nutritiva, alcanzando un contenido foliar de hasta 0,175 % en la dosis más alta aplicada (24 kg.m^{-3} de NPK). Asimismo, cabe destacar que dosis por encima de los 8 kg.m^{-3} de NPK y solución nutritiva no produjeron efectos estadísticamente significativos ($p > 0,05$) en la formación de plántulas de *P. americana* var. Quintal, en algunos casos, resultaron perjudiciales para el desarrollo de las plantas debido a la fitotoxicidad generada por el exceso de nutrientes.

Asimismo, en la región de Oromia, Etiopia, Haileab (2016), reportó que el uso combinado de materia orgánica descompuesta y fertilizantes inorgánicos tiene un impacto significativo ($p < 0,05$) en el crecimiento de plántulas de *P. americana* Mill. En su estudio, el tratamiento compuesto por suelo superficial combinado con cáscara de café descompuesta TS:DCH (2:1) y la fertilización inorgánica con dosis de $\text{N}_{450}\text{P}_{600} \text{ mg/pot}$ produjo los mayores valores para altura de planta (69 cm), diámetro del tallo (0,93 cm), número de hojas (29,47) y área foliar ($66,78 \text{ cm}^2$). Además, la combinación de estiércol de granja y suelo superficial TS:FYM (2:1) + $\text{N}_{300}\text{P}_{400} \text{ mg/pot}$ mostró resultados similares, con valores destacados para altura de planta (63,32 cm), diámetro del tallo (0,93 cm), número de hojas (28,25) y área foliar ($60,19 \text{ cm}^2$). Además, produjo los mejores resultados en grosor de raíz (1,11 cm), longitud de raíz primaria (24,21 cm) y longitud de raíces laterales (20,05 cm), además de alcanzar el mayor valor en masa seca de raíz (6,60 g). Este tratamiento también presentó un índice de relación parte aérea-raíz (S/R) equilibrado de 3,41, evidenciando un crecimiento proporcional entre raíces y parte aérea. En cuanto a las propiedades fisicoquímicas del suelo, TS:FYM (2:1) mejoró significativamente los niveles de nitrógeno total (0,46 %), fósforo disponible (140,4 ppm), carbono orgánico (5,06 %) y la capacidad de intercambio catiónico (CIC) con $40,54 \text{ cmol}(+)/\text{kg}$. Además, este tratamiento mantuvo un pH favorable de 6,55, ideal para el crecimiento de las plántulas. Estos resultados destacan la capacidad del

estiércol de corral para mejorar tanto el desarrollo de las raíces como las propiedades del suelo, gracias a su efecto positivo en la liberación gradual de nutrientes esenciales y la retención de agua.

De manera similar, en Guerrero, México, Arellano (2017) evaluó el efecto de los abonos orgánicos en el crecimiento de los portainjertos procedentes de aguacates nativos de Ometepe y Tlacoachistlahuaca en vivero, utilizando tratamientos a base de estiércol de ovino (T₁), estiércol de bovino (T₂), micorrizas (T₃) y agua como testigo o control (T₄). Se observó que el tratamiento T₁ tuvo resultados significativamente superiores ($p < 0,05$) en variables de crecimiento como la altura de planta (73,5 cm), diámetro del tallo (7,31 mm), número de hojas maduras (18,58) y área foliar (1170,70 m²). Además, este tratamiento mejoró la cinética de crecimiento foliar, ya que experimentó un aumento del 42 al 47% de hojas después de 16 días de aplicación. Por otro lado, en cuanto al contenido nutrimental, el tratamiento T₁ mostró los mejores resultados en Ca (1330 mg.L⁻¹), N (5275,0 mg.L⁻¹) y Na (4050 mg.L⁻¹). Estos resultados señalan que los abonos orgánicos, particularmente el estiércol de ovino, promueven un crecimiento vigoroso asociado a una alta calidad nutrimental en portainjertos de *P. americana* en vivero.

También, en México, Lemus-Soriano et al. (2021) reportaron que la aplicación de bioestimulantes radiculares presentó efectos significativos ($p < 0,05$) sobre el crecimiento en plántulas de *P. americana* injertadas con la variedad Hass sobre patrón criollo. Los mejores resultados se obtuvieron con la mezcla de Nutrisorb® L y Biofit® RTU, alcanzando un promedio de 58,58 cm en altura, 63,23 cm en longitud de raíz y 75,48 unidades SPAD en la determinación de contenido de clorofila. Además, se produjo un mayor efecto sobre el número de hojas, con una media de 57,87 hojas por planta. Por otro lado, en cuanto al efecto sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo, favoreció a la actividad microbiana, así como la asimilación de nutrientes, en consecuencia, hubo un mejor crecimiento de las plántulas de *P. americana*. No obstante, recomendaron manejar cuidadosamente el uso de bioestimulantes, ya que dosis inadecuadas podrían resultar perjudiciales para el crecimiento de las plántulas.

Más adelante, en la zona subtropical fría del sur de Grecia, Creta, Tzatzani et al. (2022) evaluaron la aplicación de fertilizantes orgánicos como Terra Insecta® y Fruit-Fix®, mediante fertirrigación, en cultivares de aguacate Fuerte, Hass y Lamb Hass. Aunque Terra Insecta® en dosis de 0,2 kg/planta no tuvo efectos significativos ($p > 0,05$) sobre el crecimiento de plántulas de palto de la variedad Fuerte, en dosis de 0,5 kg/planta sí presentó efectos estadísticamente significativos ($p > 0,05$) sobre la variedad Hass produciendo plántulas con mejores valores promedio en el número de brotes germinados ≥ 3 cm (11,6 \pm 1,972), longitud

media de brotes ($9,2 \pm 1,069$ cm), longitud total de brotes ($107,9 \pm 18,740$), número medio de hojas ($7,4 \pm 1,087$) y el número total de hojas ($86,6 \pm 18,301$). De forma similar la aplicación de $0,5$ kg/planta de Terra Insecta® provocó los valores significativamente mayores ($p > 0,05$) en la variedad Lamb Hass sobre el número de brotes germinados ≥ 3 cm ($14,2 \pm 2,108$), longitud media de brotes ($8,7 \pm 1,086$ cm), longitud total de brotes ($123,8 \pm 34,926$ cm), número medio de hojas ($7,2 \pm 1,056$) y el número total de hojas ($103 \pm 31,914$). Por otro lado, el sustrato empleado en el experimento llegó a presentar un contenido de arena del 47,3%, arcilla del 21,1%, limo del 31,6%, pH de 7,54, materia orgánica total del 1,88%, alto N-NO₃ (39,9 ppm) y bajo CaCO₃ (1,09%).

Al mismo tiempo, en Java Oriental, Firgiyanto et al. (2023), evaluó la respuesta de crecimiento de plántulas de *P. americana* a la aplicación de estiércol de vaca (0, 90, 181 y 272 g/planta) y fertilizante NPK (7, 14 y 21 g/l). La interacción entre las dosis de estiércol y las concentraciones de NPK no mostró efectos significativos ($p > 0,05$) sobre la altura de las plantas, el diámetro del tallo, el número de hojas o brotes, lo que indica que las dosis utilizadas podrían no haber sido suficientes para cubrir las necesidades de nutrientes de las plantas. Este estudio sugiere que el corto período de observación pudo haber limitado la visibilidad de las respuestas de crecimiento, y que la aplicación de NPK puede no haber satisfecho las necesidades nutricionales de las plántulas.

En la localidad de Pachachaca Baja, distrito de Abancay, Apurímac, Vílchez (2017), reportó efectos significativos ($p > 0,05$) de diferentes tipos de injertos sobre el número de hojas y altura foliar de plántulas de *P. americana* variedad Hass en condiciones de vivero. El Tratamiento A (Inglés Simple) resultó superior a los demás tratamientos, habiéndose obtenido en promedio de hojas 34,18 unidades y altura foliar 29,28 cm a los 85 días. En segundo lugar, el Tratamiento B (Inglés Doble) con promedio de número de hojas 30,04 unidades y altura foliar 26,18 cm, del mismo modo el Tratamiento C (por Corona) con promedio de número de hojas 23,44 unidades y altura foliar 20,46 cm, en cuarto lugar, se ubica el Tratamiento D (por Hendidura) con promedio de número de hojas 21,64 unidades y altura foliar 19,32 cm y finalmente el Tratamiento E (por Parche) con un promedio de número de hojas 16,81 unidades y altura foliar 13,69 cm.

Por otro lado, en el valle de Cieneguillo Sur, Piura, Rojas (2018) estudió el efecto de bioestimulantes foliares como Biozyme TF (0,15 %), Agrispon (0,15 %), Biostim (0,15 %), Fertimar (1 kg/ha), H-Top (0,25 %) y un testigo sin aplicación, sobre el rendimiento y tamaño de *P. americana* variedad Fuerte. Los resultados mostraron que los bioestimulantes tuvieron un efecto significativo en el rendimiento del cultivo, donde Biozyme TF destacó con

un rendimiento de 10,52 t.ha⁻¹, un peso promedio de fruto de 320 g y un rendimiento por planta de 31,76 kg. Además, se encontró alta significación estadística en características como longitud y diámetro de fruto. La relación beneficio-costos más favorable se obtuvo también con Biozyme TF, con un valor de 1,31. Estos hallazgos confirman la efectividad de los bioestimulantes en mejorar el rendimiento y calidad del fruto en el cultivo de palto bajo condiciones similares.

Tarazona (2017) comparó el comportamiento de diez variedades comerciales de *P. americana* Mill. injertadas sobre el patrón mexicano Topa Topa a nivel de vivero en Tingo María. Los resultados indicaron que el porcentaje más alto de prendimiento se obtuvo en la variedad Hass con un promedio de 98 %, seguida de la variedad Collinred con 95 %, ambas significativamente superiores ($p < 0,05$) en comparación con otras variedades. En cuanto al inicio de brotamiento, las variedades Hass y Super Fuerte presentaron los tiempos más rápidos, con un promedio de 12 y 15 días, respectivamente. Además, la variedad Hass destacó por su mayor altura promedio del brote (45,3 cm) y diámetro del brote (0,92 cm), mientras que Collinred mostró un mayor número de hojas por planta (32 hojas) y una acumulación superior de materia seca (6,8 g). Estos resultados sugieren que las variedades Hass y Collinred tienen el mejor desempeño en combinación con el patrón Topa Topa, resaltando su potencial para la producción de plantones de alta calidad.

Por otro lado, Chaupis (2022) investigó los efectos de tipos y dosis de residuos orgánicos agroindustriales (cascarilla de arroz y cascarilla de cacao) sobre el desarrollo de patrones de *P. americana* Mill. en dos tipos de suelo (franco arcilloso y franco arenoso). Los resultados indicaron que el tratamiento T₁₂ (suelo franco arenoso + 30 % cascarilla de cacao) presentó valores significativamente superiores ($p < 0,05$) en variables como altura (35,45 cm), diámetro del tallo (0,74 cm), peso seco (21,43 g), peso fresco (29,38 g), área foliar (254,14 cm²) y número de hojas (12,75). En cuanto a las raíces, el tratamiento T₃ (suelo franco arcilloso + 30 % cascarilla de arroz) produjo la mayor longitud de raíz (27,65 cm), mientras que el mayor volumen de raíz (9,73 cm³) se obtuvo con el tratamiento T₉ (suelo franco arenoso + 30 % cascarilla de arroz). Asimismo, el análisis fisicoquímico reveló que el tratamiento T₁₂ incrementó los niveles de N (1,78%), P₂O₅ (5,66 ppm), Ca (9,75 Cmol(+)/kg), Mg (1,27 Cmol(+)/kg) y K (0,48 Cmol(+)/kg), mientras que el tratamiento T₃ mejoró significativamente el contenido de CIC (75,05 cmol(+)/kg) y MO (1,06 %) en suelos franco arcillosos. Estas aplicaciones demostraron ser una estrategia viable para optimizar el crecimiento de patrones de palto y mejorar las propiedades del suelo de manera sostenible.

Asimismo, Rodríguez (2022) reportó el efecto de diferentes tipos de sustratos (arena y tierra agrícola) y tres dosis del enraizante Root-hor (2,500, 5,000 y 7,500

ppm) en el enraizamiento de estacas de *P. americana* var. Criollo bajo condiciones controladas en una cámara de sub-irrigación. Los resultados indicaron que el tratamiento arena + 7,500 ppm (T4) produjo el mayor porcentaje de estacas enraizadas (51,56 %), mientras que el tratamiento tierra agrícola + 7,500 ppm (T8) fue superior en términos de longitud de brotes (11,84 cm), número de estacas brotadas (10,87) y contenido de materia seca radicular (1,34 g). De esta manera, se concluyó que la interacción entre el tipo de sustrato y las dosis de Root-hor tiene un efecto significativo ($p < 0,05$) en la propagación vegetativa por estacas de palto, destacándose las dosis más altas (7,500 ppm) en ambos sustratos como las más efectivas para fomentar un enraizamiento vigoroso y homogéneo.

Después, Zucchetti (2023) evaluó el efecto de tres fuentes de biol (Avibiol, gallinaza y cerdaza) y tres niveles de dosis (0,5, 1 y 2 L/15 L de agua) en el crecimiento de plantones de *P. americana* (palto) en vivero. El biol de gallinaza aplicado a una dosis de 2 L/15 L de agua presentó los resultados más significativos ($p < 0,05$) en altura de planta (34,5 cm), diámetro de tallo (0,7 cm), número de hojas (12,6), volumen de raíces (5,3 cm³), longitud de raíces (16,4 cm), peso fresco (12,5 g) y peso seco (3,5 g). Además, el análisis económico mostró que este tratamiento generó el mayor índice costo-beneficio (C/B) de S/ 4,56, evidenciando su rentabilidad para la producción de plantones de *P. americana* en vivero.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La investigación se desarrolló en el vivero Agrokumi EIRL, políticamente ubicado en el caserío de Bella, distrito de Mariano Dámaso Beraun, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco. El vivero se encuentra ubicado geográficamente en las coordenadas UTM 386378,88 m E y 8968769,69 m S con una altitud de 682 metros sobre el nivel del mar (Figura 1).

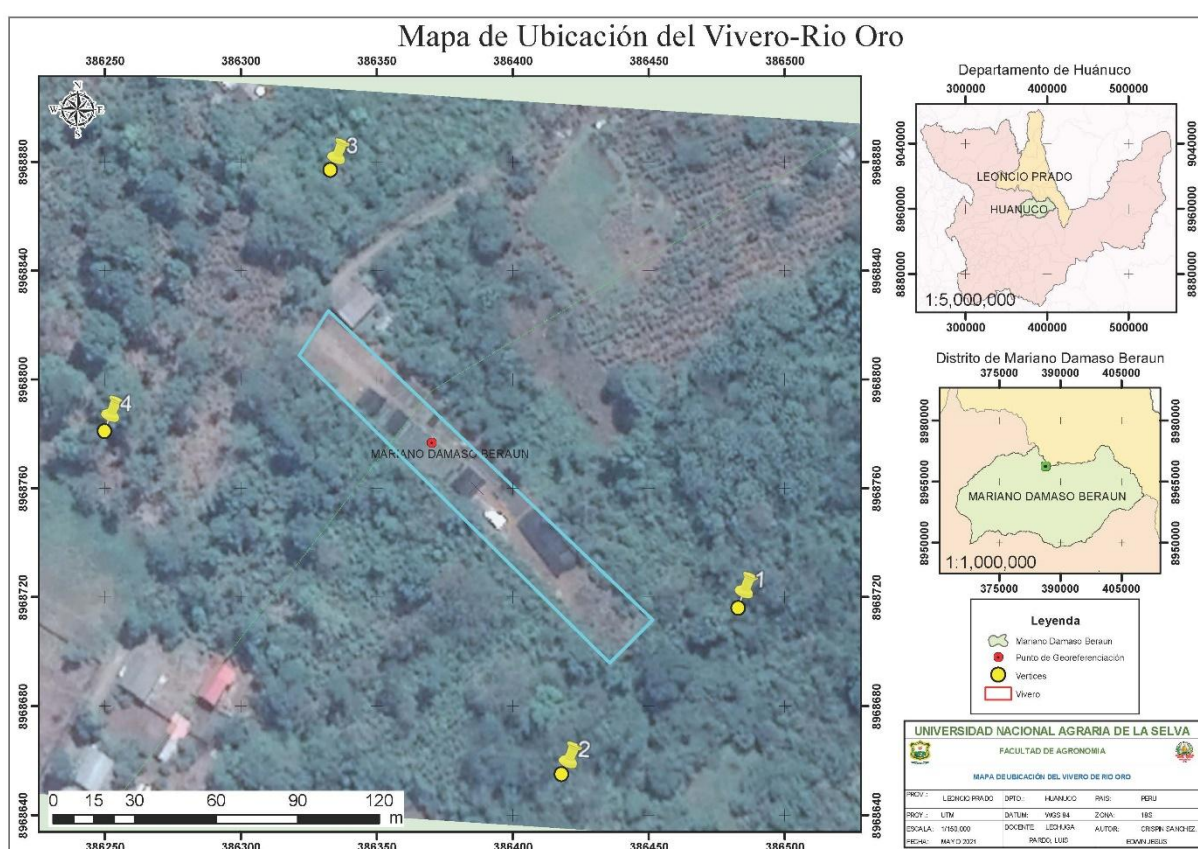


Figura 1. Ubicación del área experimental

3.1.1. Zona de vida

El vivero Agrokumi EIRL se encuentra dentro de la zona de vida con la formación vegetal bosque muy húmedo Pre-montano Tropical Bmh - PT, 1y según las zonas naturales del Perú se clasifica como Rupa Rupa o Selva Alta. Además, se encuentra en la cuenca del río Huallaga y su comportamiento climático es variable (Becerra, 2014).

3.1.2. Clima

Los meses con mayores precipitaciones en Bella se producen entre los meses de octubre a abril y alcanza un máximo extremo en el mes de febrero con un promedio mensual de 608,4 mm, con una temperatura media de 24,90 °C, humedad relativa promedio 86 % y la velocidad máxima del viento 22,20 m/s (Becerra, 2014).

3.1.3. Condiciones meteorológicas del experimento

En la Tabla 4, se muestran los datos ambientales que corresponden a los promedios mensuales de la campaña durante el experimento (de febrero a setiembre de 2023), que se registraron en la "Estación Meteorológica de Tingo María, Convenio UNAS – SENAMHI, José Abelardo Quiñones" (Tabla 4).

Tabla 4. Datos meteorológicos durante la ejecución del trabajo (2023)

| Meses | Temperatura (°C) | | H.R. (%) | Precipitación (mm) |
|-----------------|------------------|--------|----------|--------------------|
| | Max | Min | | |
| Febrero | 30,15 | 20,75 | 84,33 | 344,10 |
| Marzo | 29,84 | 21,07 | 84,85 | 297,10 |
| Abril | 31,02 | 20,67 | 82,33 | 180,90 |
| Mayo | 30,92 | 21,22 | 84,05 | 158,50 |
| Junio | 30,48 | 20,30 | 82,04 | 214,40 |
| Julio | 30,66 | 20,42 | 80,48 | 64,80 |
| Agosto | 32,67 | 20,43 | 78,48 | 76,90 |
| Setiembre | 32,67 | 20,93 | 77,55 | 138,90 |
| Total | 248,41 | 165,79 | 654,11 | 1 475,6 |
| Promedio | 31,05 | 20,72 | 81,76 | 184,45 |

Fuente: Estación meteorológica José Abelardo Quiñones (UNAS)

El área experimental presenta un clima de bosque húmedo tropical con temperaturas promedio de 31,05 °C, una humedad relativa promedio de 81,76 % y una precipitación promedio de 184,45 mm/mes.

En el periodo de evaluación se distinguieron dos épocas climatológicas, la época lluviosa de febrero a marzo en las que hubo mayor precipitación esto ocasionó que los sustratos se saturen de agua lo que pudo ocasionar la proliferación de agentes fúngicos que pudieron haber causado enfermedades en los plantones, por lo que se vio necesario colocar una malla extra en el techo del vivero para evitar que los almácigos se saturen de agua, por otro lado la época seca de abril a agosto con las bajas precipitaciones, descenso de la humedad relativa y el aumento de la temperatura pudieron ocasionar estrés hídrico en los plantones y por consiguiente una disminución en el ritmo de crecimiento por lo que se tuvo sumo cuidado al

momento de controlar este factor. Meurer (2007) menciona que el agua es un factor sumamente importante ya que su escasez o exceso afecta decisivamente el desarrollo de las plantas.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales biológicos

Semillas pre germinadas de *P. americana* var. Topa Topa.

3.2.2. Materiales de campo

Azadón, rastrillo, bolsas de 8 × 12”, microaspersor, libreta de campo, tijera de podar, cuchillo de injertar, lapiceros, lapiceros indelebles, stickers, regla milimetrada.

3.2.3. Materiales de laboratorio

Pobreta graduada de 1000 ml y vidrio transparente.

3.2.4. Insumos

Bayfolan® Aktivator XL, suelo de textura Franco, YaraMila™ COMPLEX™, Mallki. Vitavax y Tifón.

3.2.5. Equipos

Vernier digital, cámara fotográfica, laptop, balanza analítica y estufa.

3.2.6. Programas

Microsoft Office vers. 2021 (Word, Excel y Power Point), RStudio (vers. 2022.12.0), QGIS (vers.3.16.3-Hannover) e ImageJ (vers. 1,54k).

3.3. Metodología

3.3.1. Componentes en estudio

A. Variable dependiente

Plántulas mejoradas de *Persea americana* (Palto)

B. Variables independientes

Factor A: Dosis de Bioestimulante

$$a_1 = 0 \text{ ml.20 L}^{-1}$$

$$a_2 = 15 \text{ ml.20 L}^{-1}$$

$$a_3 = 30 \text{ ml.20 L}^{-1}$$

$$a_4 = 60 \text{ ml.20 L}^{-1}$$

Factor B: Sustratos

$$b_1 = \text{Suelo}$$

$$b_2 = \text{Suelo} + \text{YaraMila COMPLEX (5 g)}$$

$$b_3 = \text{Suelo} + \text{Mallki (5 g)}$$

3.3.2. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en el estudio por dos factores, un tipo de bioestimulante con tres dosis de bioestimulante en aplicación, y dos fuentes de fertilizante una inorgánica y otra orgánica a una dosis recomendada (Tabla 5).

Tabla 5. Tratamientos en estudio

| Tratamiento | | Descripción de tratamientos | |
|-----------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Nº | Clave | Bioestimulante | Sustratos |
| T ₁ | a ₁ b ₁ | 0 ml/20 L | Suelo |
| T ₂ | a ₁ b ₂ | 0 ml/20 L | Suelo + YaraMila COMPLEX |
| T ₃ | a ₁ b ₃ | 0 ml/20 L | Suelo + Mallki |
| T ₄ | a ₂ b ₁ | 15 ml/20 L | Suelo |
| T ₅ | a ₂ b ₂ | 15 ml/20 L | Suelo + YaraMila COMPLEX |
| T ₆ | a ₂ b ₃ | 15 ml/20 L | Suelo + Mallki |
| T ₇ | a ₃ b ₁ | 30 ml/20 L | Suelo |
| T ₈ | a ₃ b ₂ | 30 ml/20 L | Suelo + YaraMila COMPLEX |
| T ₉ | a ₃ b ₃ | 30 ml/20 L | Suelo + Mallki |
| T ₁₀ | a ₄ b ₁ | 60 ml/20 L | Suelo |
| T ₁₁ | a ₄ b ₂ | 60 ml/20 L | Suelo + YaraMila COMPLEX |
| T ₁₂ | a ₄ b ₃ | 60 ml/20 L | Suelo + Mallki |

3.3.3. Diseño experimental y análisis estadístico

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial de 4×3 , compuesto 12 tratamientos y 4 repeticiones. Por lo tanto, para el análisis de los datos de los parámetros biométricos se utilizó el análisis de varianza (ANVA) con un 95% de nivel de confianza, además se realizó un análisis post hoc de Tukey al 95% (Tabla 6).

El modelo aditivo lineal se presenta en la Ecuación 1:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

Donde:

Y_{ijk} : Variable respuesta observada en la plántula aplicada con la i -ésima dosis de bioestimulante (Factor A), j -ésimo sustrato (Factor B) y k -ésima repetición

μ : Efecto de la media general

α_i : Efecto de la i -ésima dosis de bioestimulante

β_j : Efecto del j -ésimo sustrato

$(\alpha\beta)_{ij}$: Efecto de la interacción entre la i -ésima dosis de bioestimulante y el j -ésimo sustrato

ε_{ijk} : Efecto aleatorio del error experimental

Para:

$i = 1, 2, 3, 4$: Dosis de bioestimulante (0, 15, 30 y 60 ml.20 L⁻¹)

$j = 1, 2, 3$: Sustratos

$k = 1, 2, 3, 4$: Repeticiones

Tabla 6. Esquema del análisis de varianza (ANVA)

| Fuente de variación | Fórmula |
|---------------------|--------------|
| Tratamientos | ab-1 |
| Factor A | a-1 |
| Factor B | b-1 |
| Interacción AB | (a-1)(b-1) |
| Error experimental | ab(n-1) |
| Total | abn-1 |

3.3.4. Características del campo experimental

A. Tratamientos

- a) Número de tratamientos : 12
- b) Número de plantas/tratamiento : 48
- c) Número de plantas evaluadas/tratamiento : 8
- d) Número de plantas/U.E. : 12
- e) Largo de cada U.E. : 0,55 m
- f) Ancho de cada U.E. : 0,20 m
- g) Área de tratamientos : 0,11 m²

B. Repeticiones

- a) Número de repeticiones : 4
- b) Largo de cada repetición : 13,20 m
- c) Ancho de cada repetición : 0,20 m
- d) Área de repetición : 2,64 m²

C. Parcela

- a) Número total de plantas : 576
- b) Número total de plantas evaluadas : 384
- c) Espacio entre tratamientos : 5 cm
- d) Espacio entre U.E. : 0,60 m
- e) Espacio entre repeticiones : 0,30 m

- f) Largo de parcela : 13,20 m
- g) Ancho de parcela : 1,70 m
- h) Área de parcela : 22,44 m²

3.3.5. Croquis del experimento

El croquis del experimento se realizó de acuerdo con el diseño experimental (Figura 2), como el croquis de evaluación de los tratamientos (Figura 3), los croquis se muestran a continuación:

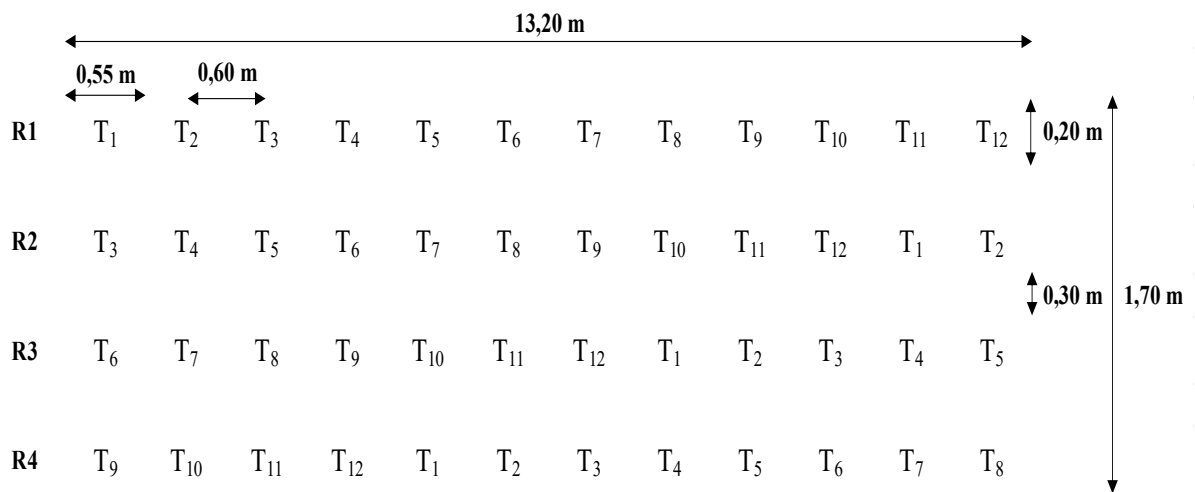


Figura 2. Croquis del campo experimental

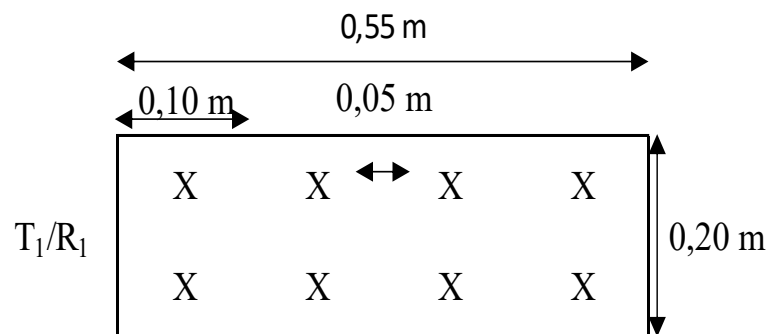


Figura 3. Croquis de unidad experimental de un tratamiento

3.4. Ejecución del experimento

3.4.1. Limpieza general de la parcela experimental

En la parte central de las instalaciones del vivero Agrokumi E.I.R.L. se aprobó un área para la ejecución del trabajo experimental, en el cual se realizó de limpieza con ayuda de un azadón y rastrillo, nivelando el terreno para las camas de almacigo y evitar que las bolsas se caigan. Asimismo, se hicieron cunetas para que escurra el agua y evitar que las

enfermedades. Luego, se realizó la incorporación de material de cantera y se instaló postes para la instalación del tinglado.

3.4.2. Preparación de sustrato y llenado de bolsas

Para la preparación del sustrato, se utilizó un suelo de clase textural franco que fue estandarizado y cernido para uniformizar las características. Luego, el suelo fue trasladado al vivero Agrokumi E.I.R.L. Posteriormente, se añadieron los abonos YaraMila y Mallki en dosis recomendada (5 g por bolsa), según los tratamientos propuestos. Para el llenado de bolsas se emplearon bolsas de 8 × 12 pulgadas con un espesor de 2 micras. El llenado de bolsas se realizó de forma manual, aplicando golpes suaves en contornos para evitar dejar espacios vacíos y prevenir formación de la llamada cintura en la bolsa.

3.4.3. Obtención de semilla de palto

Se adquirieron semillas certificadas de *P. americana* de la variedad Topa Topa del vivero Agrokumi E.I.R.L., proveniente de Huaral. Las semillas compradas estuvieron pregerminadas, con un costo S/ 1,50 por unidad. Posteriormente, se les aplicó un fungicida (Vitavax) y un insecticida (Tifón) para evitar ataques de hongos e insectos que afecten su germinación (Figura 4).



Figura 4. Limpieza de semillas pregerminadas de palto variedad Topa Topa

3.4.4. Siembra de las semillas pregerminadas

Las semillas pre germinadas presentaron una radícula de 3 a 5 cm y un desarrollo de 20 días, alcanzando un 95 % de germinación. Posteriormente, se procedió al trasplante en las bolsas previamente llenadas y desinfectadas. Para ello, se realizó el hoyado de 5 a 7 cm de profundidad en cada bolsa, colocando las semillas con ligera presión a los costados para fijarlas al nivel del sustrato. La siembra se llevó a cabo el día 14 de junio del 2022, luego de haber humedecido el sustrato para facilitar el trasplante.

3.4.5. Labores culturales en el vivero

a) Riego

Se realizó de manera uniforme con una frecuencia de 3 días para todas las plantas, preferentemente en la mañana y teniendo en cuenta las condiciones climáticas. Esta actividad se llevó a cabo empleando una manguera, rociando agua directamente a las bolsas hasta que se quedaron completamente húmedas.

b) Control de malezas

El control de malezas se realizó durante toda la etapa de investigación, eliminando de forma manual las malezas que crecían en las bolsas para evitar la competencia por nutrientes, luz y espacio con las plántulas de palto. Este control tuvo la finalidad de mantener la parcela de estudio libre de malezas, tanto entre tratamientos, como entre repeticiones y dentro de las bolsas. Las especies de malezas predominantes fueron *Mimosa pudica* (vergonzosa), *Cyperus rotundus* (coquito) y *Brachiaria mutica* (pasto de pará).

c) Control fitosanitario

Se realizó controles manuales y periódicos para evitar la presencia de plagas. De manera preventiva, se aplicó un tratamiento antifúngico (Vitavax) cada 15 días con la finalidad de prevenir algún ataque de hongos y enfermedades.

3.4.6. Aplicación de Bioestimulante

Las aplicaciones del bioestimulante (Bayfolan® Aktivator XL) se realizaron empleando un microaspersor con capacidad de 2 litros y de acuerdo con las dosis para cada tratamiento. La primera aplicación tuvo lugar 30 días antes de haber injertado (16 de febrero del 2023) y la segunda, 30 días después (18 de marzo del 2023), coincidiendo con el brote de las yemas del injerto y el inicio de su fotosíntesis. Posteriormente, se realizaron aplicaciones cada 30 días (14 de abril del 2024), hasta completar un total de seis aplicaciones.

3.5. Características evaluadas

3.5.1. Parámetros biométricos

Para la evaluación de la altura, diámetro, número de hojas y número de brotes del portainjerto y del injerto se seleccionaron ocho plántulas de las unidades experimentales de cada tratamiento a las cuales se midieron a los 30, 60, 90 y 120 días posteriores a la aplicación de las dosis del bioestimulante, completando un total de cuatro evaluaciones.

a) Altura del portainjerto (cm)

Se midió utilizando una regla milimetrada, desde la parte basal del tallo de la plántula hasta su parte apical, registrando los valores en centímetros (cm).

b) Diámetro del portainjerto (mm)

Las mediciones se efectuaron empleando un vernier a 2 cm de altura desde la superficie del sustrato, registrando los valores en milímetros (mm).

c) Número de hojas del portainjerto

Se registró el número de hojas del portainjerto de forma visual, teniendo como criterio de inclusión aquellas que estaban bien formadas.

d) Altura del injerto (cm)

Se determinó la altura del injerto empleando una regla milimetrada, tomando las medidas desde la donde culmina el patrón o portainjerto hasta la parte apical del injerto y los valores fueron registrados en (cm).

e) Diámetro del injerto (mm)

Se evaluó a 2 cm de la unión con el patrón, con la ayuda de un vernier se registraron los valores en milímetros (mm).

f) Número de brotes del injerto

Se realizó el conteo de brotes del injerto de las plántulas de manera visual, considerando como criterio de inclusión a los brotes que presentaban una formación adecuada.

Por otro lado, al concluir el experimento (120 días), se seleccionaron dos plántulas por repetición de cada tratamiento para emplearlas totalmente. Las plántulas se extrajeron cuidadosamente, cortando las bolsas por uno de sus extremos y se quitó todo el sustrato adherido a las raíces. Luego, se lavaron las raíces y se dejaron secar al aire. Las plántulas acondicionadas se trasladaron al laboratorio para determinar el área foliar, longitud radicular, volumen radicular, peso fresco y peso seco.

g) Área foliar del injerto (cm²)

Se retiraron con cuidado todas las hojas funcionales de cada plántula y se colocaron en una superficie plana con fondo blanco. Para asegurar su posición plana, se colocó un vidrio transparente sobre las hojas, mientras que paralelamente se ubicó una regla como escala de referencia. Finalmente, se capturaron las fotografías digitales de forma frontal y recta, las cuales fueron procesadas en el software ImageJ para determinar el área foliar en centímetros cuadrados (cm²).

h) Longitud radicular (cm)

La longitud de las raíces se midió utilizando una regla milimétrica, tomando la distancia desde la parte basal del tallo hasta la cofia o extremo terminal de la raíz, estos valores fueron registrados en centímetros (cm).

i) Volumen radicular (cm³)

El volumen radicular se determinó utilizando una probeta graduada con un volumen fijo de agua destilada (volumen inicial), donde se sumergió la raíz de cada plántula y se registró el volumen final alcanzado (Figura 5). La diferencia entre ambos valores permitió determinar el volumen radicular (Ecuación 1), el cual se registró en centímetros cúbicos (cm³).

$$VR = VFP - VIP \quad (1)$$

Donde:

VR = Volumen radicular de la plántula de palto

VIP = Volumen inicial de la probeta

VFP = Volumen final de la probeta



Figura 5. Determinación del volumen radicular

j) Peso fresco y seco de la parte aérea y radicular

Se tomó muestras frescas de la parte foliar y radicular de las plántulas seleccionadas en los parámetros anteriores, las cuales fueron pesadas en una balanza analítica y puestas en sobres manila, para así obtener el peso fresco de las muestras. Para obtener el peso seco, se llevó las muestras a la estufa a 70°C durante 48 horas, hasta que obtuvieron un peso constante. Las muestras secas fueron pesadas, y por diferencia se halló el porcentaje de humedad y materia seca.

3.5.2. Caracterización de las propiedades fisicoquímicas de los sustratos

Al finalizar el experimento extrajeron muestras del sustrato empleado en los 12 tratamientos en estudio, con la finalidad de determinar sus características físicas y químicas, se utilizó la metodología establecida en el manual de análisis del laboratorio de Análisis de Suelo y Eco toxicología de la UNAS.

3.5.3. Determinación de la relación beneficio-costo de los tratamientos

Para determinar el tratamiento de mayor rentabilidad, se creó calculó la relación entre el beneficio-costo y el índice de rentabilidad utilizando parámetros económicos como el ingreso bruto y la utilidad neta, como lo muestran las Ecuaciones 2, 3 y 4:

$$\text{Ingreso Bruto} = \text{Número de plántones/hectárea} \times \text{Precio/plánton} \quad (2)$$

$$\text{Utilidad Neta} = \text{Ingreso Bruto} - \text{Inversión Total} \quad (3)$$

$$\text{Beneficio / Costo} = \text{Ingreso Bruto} / \text{Inversión Total} \quad (4)$$

El ingreso bruto se obtuvo de la comercialización en soles de las plántulas de palta realizada por la responsable del vivero, Bach. Eliseo Palomino Carhuamaca, a agricultores de la Provincia de Leoncio Prado. Por otro lado, el costo de producción es el costo en soles que incluyó todos los gastos en soles, desde la preparación del terreno hasta el control de malezas y manejo fitosanitario. Para el análisis, se consideró que la producción de plántulas mejoradas de *P. americana* correspondía a la cantidad necesaria para la siembra de 1 ha (400 plántulas), empleando un diseño de plantación de 5× 5 m.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación del efecto de tres dosis de un bioestimulante y dos fuentes de abonos orgánicos e inorgánicos sobre los parámetros biométricos de plántulas mejoradas de *P. americana*

4.1.1. Altura del portainjerto

La aplicación del bioestimulante presentó efectos altamente significativos ($p < 0,05$) indicando que tiene un impacto crucial en los primeros 30 días sobre la altura del portainjerto de *P. americana* (Tabla 7). Sin embargo, en la segunda y tercera evaluación no produjo efecto alguno comparado con los testigos. Esto podría deberse a que el portainjerto tuvo una mejor disponibilidad de nutrientes y actividad metabólica en la fase inicial, posteriormente se lo sedería al crecimiento del injerto.

Cabe resaltar que en la segunda evaluación (60 días) los sustratos produjeron efectos significativos en la altura del portainjerto ($p < 0,05$), esto posiblemente sucedió debido a que los nutrientes tardaron en llegar a la parte aérea de la planta, no obstante, estas diferencias solo ocurren a mediano plazo (Tabla 7).

Por otro lado, en ninguno de los periodos evaluados, la interacción entre el bioestimulante y los sustratos mostró un efecto significativo ($p > 0,05$) sobre la altura del portainjerto (Tabla 7). La ausencia de interacciones significativas podría deberse a que los bioestimulantes y los sustratos operan de manera independiente, sin potenciarse entre sí.

Además, los valores del coeficiente de variación (CV) resultan ser bajos en todos los periodos evaluados, por lo que la precisión de la medida es elevada (Tabla 7).

Tabla 7. Análisis de varianza (ANVA) ($\alpha = 0,05$) de la altura del portainjerto (cm) de *P. americana*

| Fuente de variación | GL | 30 días | | | 60 días | | | 90 días | | |
|----------------------------|-----|---------|---------|------|---------|--------|------|---------|--------|------|
| | | CM | Pr(>F) | Sig. | CM | Pr(>F) | Sig. | CM | Pr(>F) | Sig. |
| Bioestimulante | 3 | 569,1 | 0,00013 | *** | 3,601 | 0,087 | NS | 0,698 | 0,834 | NS |
| Sustratos | 2 | 108,1 | 0,26399 | NS | 6,255 | 0,023 | * | 5,32 | 0,114 | NS |
| Bioestimulante × Sustratos | 6 | 79,6 | 0,43538 | NS | 1,471 | 0,495 | NS | 1,918 | 0,579 | NS |
| Error | 372 | 80,9 | | | 1,636 | | | 2,43 | | |
| Total | 383 | | | | | | | | | |
| CV (%) | | 0,1509 | | | 0,0321 | | | 0,1501 | | |

GL: Grados de libertad, CM: Cuadrado medio, Pr(>F): Nivel de significancia, *: Significativo, NS: No significativo, CV: Coeficiente de variación

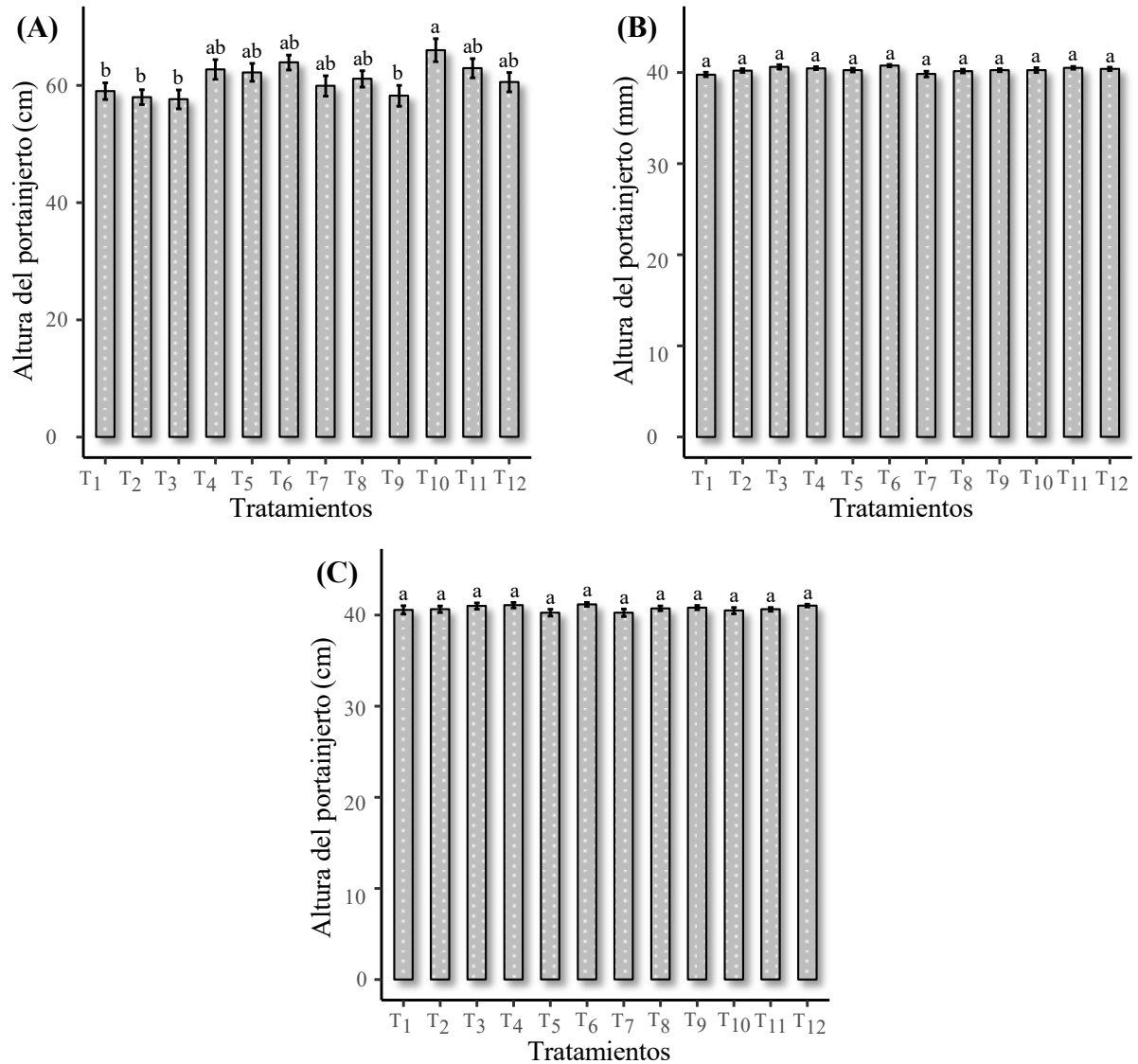
La Tabla 8 y la Figura 6 nos indica que en la primera evaluación (30 días) el tratamiento T₁₀ (60 ml de Baylofan en 20 L de agua + suelo agrícola) presentó la mayor altura promedio (66 cm) en el portainjerto de *P. americana*, esto podría estar relacionado con la rápida acción del bioestimulante, seguido los tratamientos T₆, T₁₁, T₄, T₅, T₈, T₁₂, T₇ y T₁ presentaron efectos destacados sobre la altura del portainjerto. Estos resultados se encuentran dentro del rango de 58,6 a 73,5 cm de altura obtenido en investigaciones previas donde también se aplicaron sustratos en base a compuestos orgánicos (Arellano, 2017; Haileab, 2016; Lemus-Soriano et al., 2021).

Tabla 8. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) de la altura del portainjerto (cm) de *P. americana*

| 30 días | | | 60 días | | | 90 días | | |
|-----------------|--------|------|-----------------|--------|------|-----------------|--------|------|
| Trat. | Altura | | Trat. | Altura | | Trat. | Altura | |
| | Media | Sig. | | Media | Sig. | | Media | Sig. |
| T ₁₀ | 66 | a | T ₆ | 40,7 | a | T ₆ | 41,1 | a |
| T ₆ | 63,9 | ab | T ₃ | 40,6 | a | T ₄ | 41,1 | a |
| T ₁₁ | 62,9 | ab | T ₁₁ | 40,5 | a | T ₁₂ | 41 | a |
| T ₄ | 62,7 | ab | T ₄ | 40,4 | a | T ₃ | 41 | a |
| T ₅ | 62,2 | ab | T ₁₂ | 40,4 | a | T ₉ | 40,8 | a |
| T ₈ | 61,1 | ab | T ₅ | 40,2 | a | T ₈ | 40,7 | a |
| T ₁₂ | 60,6 | ab | T ₉ | 40,2 | a | T ₂ | 40,6 | a |
| T ₇ | 59,9 | ab | T ₁₀ | 40,2 | a | T ₁₁ | 40,6 | a |
| T ₁ | 59 | ab | T ₂ | 40,2 | a | T ₁ | 40,6 | a |
| T ₉ | 58,2 | b | T ₈ | 40,1 | a | T ₁₀ | 40,5 | a |
| T ₂ | 58 | b | T ₇ | 39,8 | a | T ₅ | 40,2 | a |
| T ₃ | 57,6 | b | T ₁ | 39,8 | a | T ₇ | 40,2 | a |

Las medias seguidas de letras diferentes en la columna indican una diferencia significativa entre tratamientos, mediante la prueba paramétrica de Tukey ($p < 0,05$)

No obstante, en el resto de evaluaciones (60 y 90 días) la altura del portainjerto de *P. americana* es homogéneo, todas las alturas oscilan entre 39,8 cm y 40,7 cm, siendo T₆ el tratamiento con mayor promedio (40,7 cm) respecto a los 60 días, como también lo indica Chaupis (2022) y Costa et al. (2011) que obtuvieron una altura promedio de 35,5 cm y 43,5 cm, respectivamente (Figura 6B)Figura 6. Mientras que en los 90 días los valores promedio son estadísticamente similares (41,1 cm a 40,2 cm), lo que indica que las plantas alcanzaron una fase de estabilidad en su crecimiento (Figura 6C).



Letras diferentes situadas sobre las barras de error indican una diferencia significativa entre tratamientos, mediante la prueba paramétrica de Tukey ($p < 0,05$)

Figura 6. Efecto de los tratamientos en la altura del portainjerto (cm) de *P. americana*; (A) evaluación a los 30 días; (B) evaluación a los 60 días (C) evaluación a los 90 días

Al comparar el efecto de las diferentes dosis de bioestimulante sobre la altura del portainjerto se observó que la dosis de $60 \text{ ml} \cdot 20 \text{ L}^{-1}$ presenta la mayor media con un valor de 63,17 cm en la evaluación realizada a los 30 días. Mientras que a los 60 días la altura de los portainjerto oscila en un rango estrecho de 40,06 cm a 40,47 cm; asimismo, a los 90 días la altura solo varió entre los 40,58 y 40,82 cm. Esto indica que las distintas dosis de bioestimulante generaron un efecto diferencial sobre la altura del portainjerto solo en las primeras semanas, sin embargo, se debe tener en cuenta que después de la primera evaluación

se realizó la injertación y corte del patrón, sugiriendo que este factor incidió en el crecimiento homogéneo de los portainjertos (Tabla 9).

Tabla 9. Comparación del efecto del bioestimulante en la altura (cm) del portainjerto de *P. americana*

| 30 días | | | 60 días | | | 90 días | | |
|----------------|-------|------|----------------|-------|------|----------------|-------|------|
| Bioestimulante | Media | Sig. | Bioestimulante | Media | Sig. | Bioestimulante | Media | Sig. |
| a ₄ | 63,17 | a | a ₂ | 40,47 | a | a ₂ | 40,82 | a |
| a ₂ | 62,95 | ab | a ₄ | 40,37 | a | a ₁ | 40,72 | a |
| a ₃ | 59,75 | bc | a ₁ | 40,17 | a | a ₄ | 40,70 | a |
| a ₁ | 58,22 | c | a ₃ | 40,06 | a | a ₃ | 40,58 | a |

Las medias seguidas de letras diferentes en la columna indican una diferencia significativa entre dosis de bioestimulante, mediante la prueba paramétrica de Tukey ($p < 0,05$). a₁: 0 ml.20L⁻¹, a₂: 15 ml.20 L⁻¹, a₃: 30 ml.20 L⁻¹, a₄: 60 ml.20 L⁻¹

El sustrato con mejor efecto sobre la altura del portainjerto fue la combinación de suelo con el abono Mallki generando una altura media de 40,48 cm a los 60 días de evaluación (Tabla 10).

Tabla 10. Comparación del efecto del sustrato en la altura del portainjerto (cm) de *P. americana*

| 30 días | | | 60 días | | | 90 días | | |
|----------------|-------|------|----------------|-------|------|----------------|-------|------|
| Sustrato | Media | Sig. | Sustrato | Media | Sig. | Sustrato | Media | Sig. |
| b ₁ | 61,91 | a | b ₃ | 40,48 | a | b ₃ | 40,98 | a |
| b ₃ | 61,07 | a | b ₂ | 40,26 | ab | b ₁ | 40,59 | a |
| b ₂ | 60,08 | a | b ₁ | 40,06 | b | b ₂ | 40,55 | a |

Las medias seguidas de letras diferentes en la columna indican una diferencia significativa entre sustratos, mediante la prueba paramétrica de Tukey ($p < 0,05$). b₁: Suelo, b₂: Suelo + YaraMila, b₃: Suelo + Mallki

La Figura 7 muestra el comportamiento de la altura del portainjeto de *P. americana*, evidenciándose una tendencia decreciente en todos los tratamientos durante los periodos evaluados. La relación lineal negativa entre el tiempo y la altura se debe a que el patrón o portainjerto fue cortado después de que el injerto haya prendido para facilitar su crecimiento (Lemus-Soriano et al., 2021; Tarazona, 2017), esta relación fue confirmada por el rango de los coeficientes de determinación (R^2) entre 0,716 y 0,749, lo que indica un ajuste moderado.

Además, se observa que las diferencias entre tratamientos parecen ser más notorias a los 0 días, mientras que las alturas convergen ligeramente hacia los 90 días.

El patrón o portainjerto

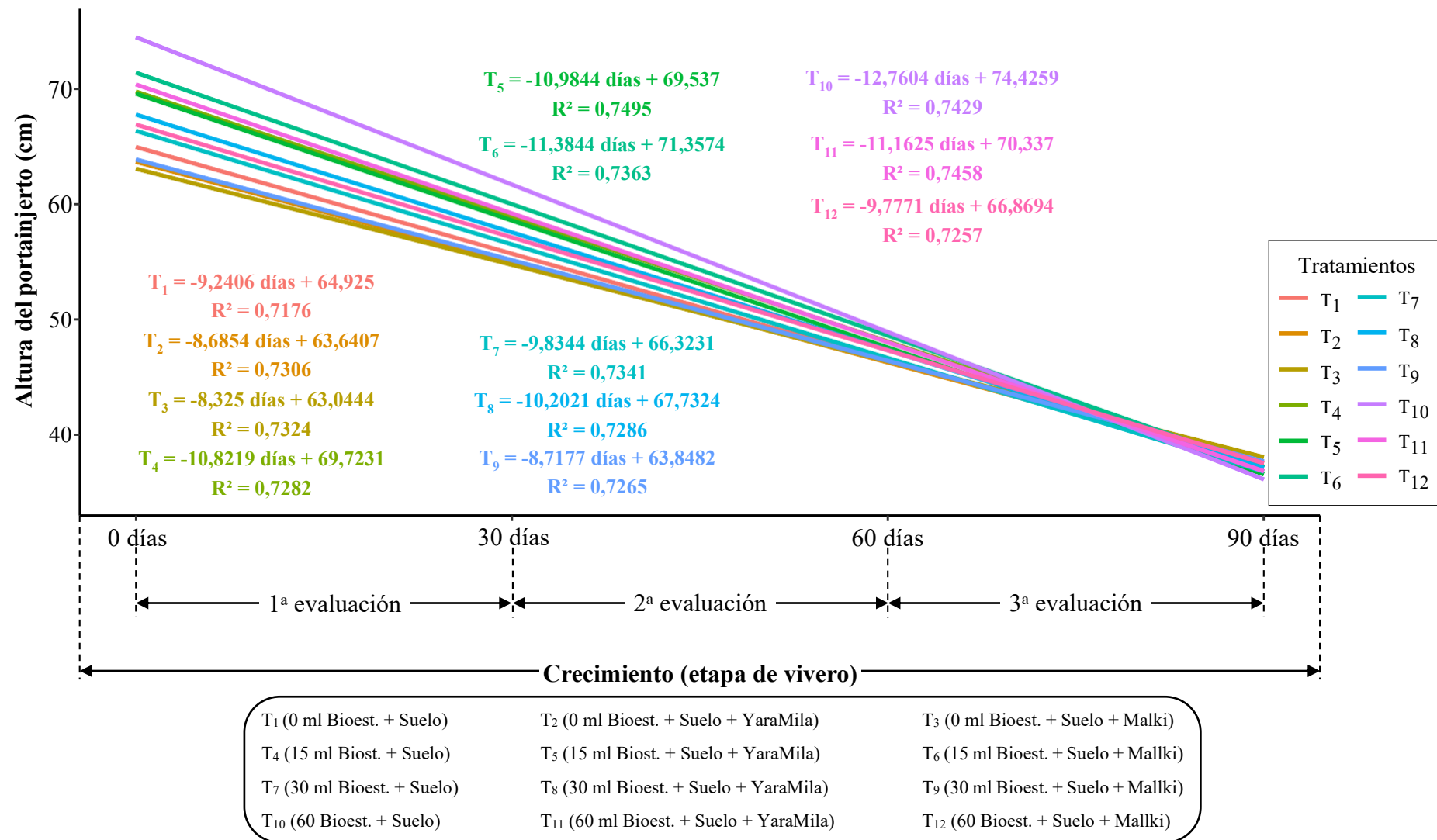


Figura 7. Incremento de la altura del portainjerto (cm) de *P. americana* cada 30 días en los tratamientos en estudio

4.1.2. Diámetro del portainjerto

En la Tabla 11 se observa que, a los 30 días, la aplicación del bioestimulante tuvo efectos estadísticamente significativos sobre el crecimiento del diámetro ($p < 0,05$), indicando que su aplicación influye en el diámetro del portainjerto durante esta etapa inicial. Sin embargo, esta influencia no fue significativa a los 60 días ni a los 90 días ($p > 0,05$). Este comportamiento es comparable con los hallazgos de Arellano (2017), Chaupis (2022) y Zucchetti (2023) quienes reportaron efectos significativos de bioestimulantes en el desarrollo del diámetro de plántulas de *P. americana* durante las primeras semanas de aplicación.

Por otro lado, tanto los sustratos como la interacción entre bioestimulante y sustratos no mostraron efectos significativos en ninguna de las etapas evaluadas, como lo reflejan los valores de $Pr(>F)$ superiores al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$) (Tabla 11). Esta falta de interacción significativa es similar con el estudio de Costa et al. (2011), quienes reportaron que la aplicación de 8 kg.m^{-3} de fertilizantes NPK y soluciones nutritivas no mostró diferencias significativas ($p > 0,05$). De manera similar Firgiyanto et al. (2023) indicaron que la interacción entre estiércol y fertilizantes NPK no tuvo efectos significativos sobre el diámetro de las plántulas de *P. americana* ($p > 0,05$). La homogeneidad en el diámetro del portainjerto luego de los 30 días podría indicar que los factores aislados (bioestimulante o sustrato) fueron insuficientes para inducir un cambio sustancial en el desarrollo del diámetro del portainjerto.

El coeficiente de variación (CV) indicó una variabilidad aceptable en los datos, con valores de 12,97%, 14,00% y 15,01% para los 30, 60 y 90 días, respectivamente. Esto sugiere que los datos son consistentes dentro de cada etapa de evaluación (Tabla 11).

Tabla 11. Análisis de varianza (ANVA) ($\alpha = 0,05$) del diámetro del portainjerto (mm) de *P. americana*

| Fuente de variación | GL | 30 días | | | 60 días | | | 90 días | | |
|----------------------------|-----|---------|--------|------|---------|--------|------|---------|--------|------|
| | | CM | Pr(>F) | Sig. | CM | Pr(>F) | Sig. | CM | Pr(>F) | Sig. |
| Bioestimulante | 3 | 1,974 | 0,037 | * | 1,919 | 0,158 | NS | 1,957 | 0,294 | NS |
| Sustratos | 2 | 0,292 | 0,656 | NS | 0,078 | 0,932 | NS | 0,867 | 0,577 | NS |
| Bioestimulante × Sustratos | 6 | 1,295 | 0,0841 | NS | 1,475 | 0,240 | NS | 2,606 | 0,132 | NS |
| Error | 372 | 0,691 | | | 1,104 | | | 1,572 | | |
| Total | 383 | | | | | | | | | |
| CV (%) | | 0,1297 | | | 0,1400 | | | 0,1501 | | |

GL: Grados de libertad, CM: Cuadrado medio, Pr(>F): Nivel de significancia, *: Significativo, NS: No significativo, CV: Coeficiente de variación

La comparación múltiple de medias indica que, a los 30 días, el tratamiento T₆ presentó el mayor diámetro promedio (6,88 mm), siendo significativamente superior al tratamiento T₂ (6,20 mm). El resto de los tratamientos no mostró diferencias significativas entre sí, con promedios que oscilaron entre 6,27 mm (T₃) y 6,77 mm (T₁₀) (Tabla 12) (Figura 8A). Esto concuerda con lo señalado por Arellano (2017) que reporto un diámetro promedio de 7,31 mm; asimismo, Chaupis (2022) obtuvo plántulas de hasta 7,4 mm de diámetro al aplicar suelo franco arenoso y 30% cascarilla de cacao como sustrato; mientras que la aplicación de biol de gallina de Zucchetti (2023) generó portainjertos de 7,0 mm de diámetro.

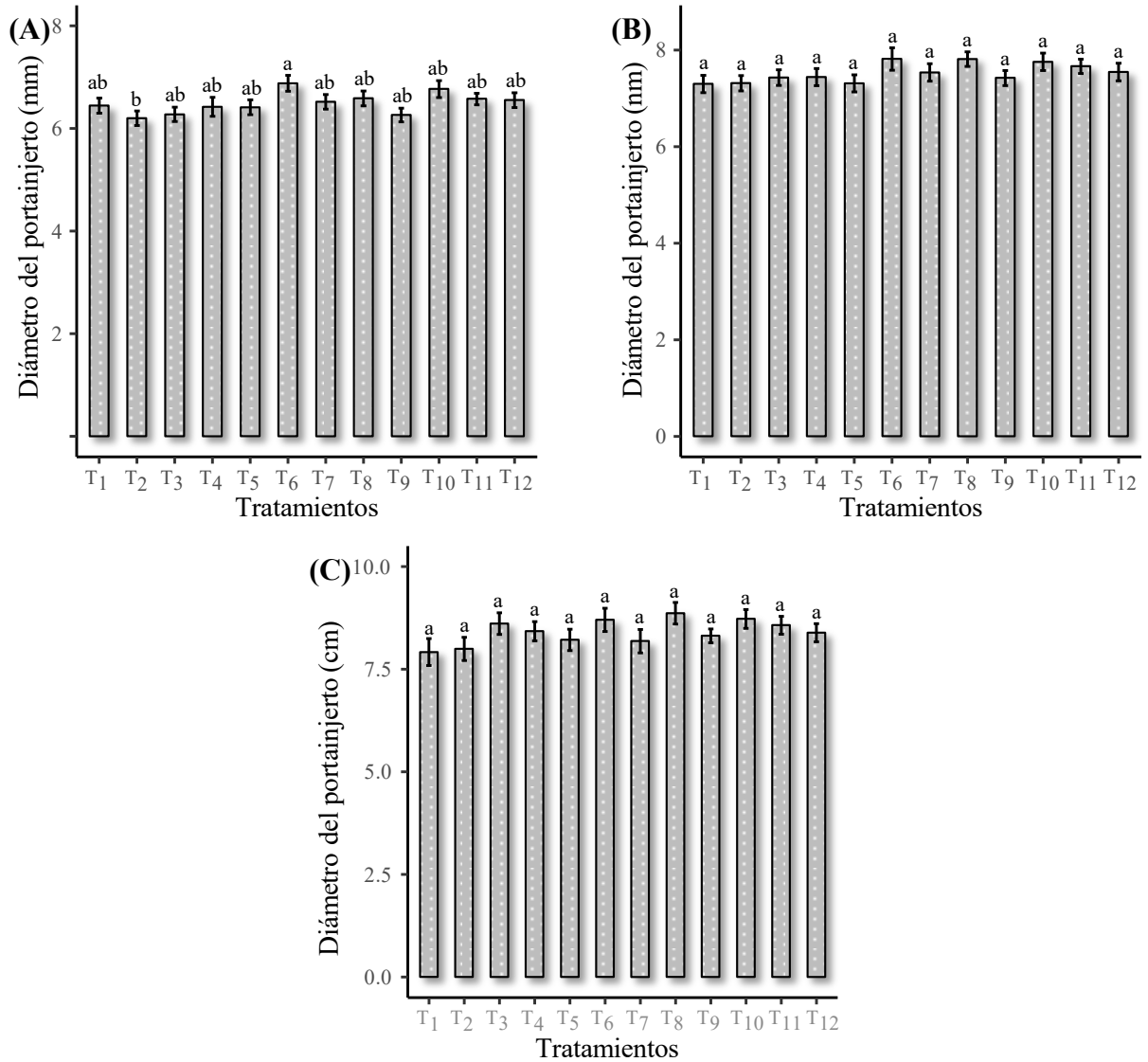
No obstante, estos resultados se encuentran por debajo de lo reportado por Costa et al. (2011) y Haileab (2016) quienes obtuvieron plántulas con diámetros promedio de 9,1 mm y 9,3 mm, al aplicar 4 kg.m⁻³ de NPK (15-10-10) y N450P600 mg/pot respectivamente, indicando un mayor efecto por parte de los abonos inorgánicos.

Tabla 12. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) del diámetro del portainjerto (mm) de *P. americana*

| 30 días | | | 60 días | | | 90 días | | |
|-----------------|----------|------|-----------------|----------|------|-----------------|----------|------|
| Trat. | Diámetro | | Trat. | Diámetro | | Trat. | Diámetro | |
| | Media | Sig. | | Media | Sig. | | Media | Sig. |
| T ₆ | 6,88 | a | T ₆ | 7,81 | a | T ₈ | 8,86 | a |
| T ₁₀ | 6,77 | ab | T ₈ | 7,81 | a | T ₁₀ | 8,72 | a |
| T ₈ | 6,59 | ab | T ₁₀ | 7,75 | a | T ₆ | 8,7 | a |
| T ₁₁ | 6,57 | ab | T ₁₁ | 7,66 | a | T ₃ | 8,61 | a |
| T ₁₂ | 6,55 | ab | T ₁₂ | 7,54 | a | T ₁₁ | 8,57 | a |
| T ₇ | 6,52 | ab | T ₇ | 7,53 | a | T ₄ | 8,43 | a |
| T ₁ | 6,45 | ab | T ₄ | 7,44 | a | T ₁₂ | 8,39 | a |
| T ₄ | 6,42 | ab | T ₃ | 7,43 | a | T ₉ | 8,31 | a |
| T ₅ | 6,41 | ab | T ₉ | 7,42 | a | T ₅ | 8,22 | a |
| T ₃ | 6,27 | ab | T ₂ | 7,31 | a | T ₇ | 8,18 | a |
| T ₉ | 6,26 | ab | T ₅ | 7,31 | a | T ₂ | 7,99 | a |
| T ₂ | 6,2 | b | T ₁ | 7,3 | a | T ₁ | 7,92 | a |

Las medias seguidas de letras diferentes en la columna indican una diferencia significativa entre tratamientos, mediante la prueba paramétrica de Tukey ($p < 0,05$)

Por otro lado, en la Tabla 12 se denota que las medias de los tratamientos no presentan diferencias significativas en la evaluación realizada a los 60 días (Figura 8B) como la de los 90 días (Figura 8C). Sin embargo, en las evaluaciones de estos dos periodos, se identificó que el tratamiento T₈ (30 ml Bioestimulante + YaraMila + Suelo Agrícola) destacó con el mayor diámetro promedio con valores de 7,81 mm y 8,86 mm respectivamente.



Letras diferentes situadas sobre las barras de error indican una diferencia significativa entre tratamientos, mediante la prueba paramétrica de Tukey ($p < 0,05$)

Figura 8. Efecto de los tratamientos en el diámetro del portainjerto (mm) de *P. americana*; (A) evaluación a los 30 días; (B) evaluación a los 60 días (C) evaluación a los 90 días

En la Tabla 13 se evidenció que con la dosis de $60 \text{ ml} \cdot 20\text{L}^{-1}$ (a4) se obtuvo el mayor diámetro promedio a los 30, 60 y 90 días con valores de 6,63, 7,65 y 8,56 mm, respectivamente. Sin embargo, en el último periodo de evaluación no se observaron diferencias significativas entre las dosis del bioestimulante ($p > 0,05$). Estos resultados sugieren que la aplicación de bioestimulantes en dosis crecientes tiene un efecto positivo en el diámetro del portainjerto, especialmente en los primeros 60 días de evaluación, destacando la dosis de $60 \text{ ml} \cdot 20\text{L}^{-1}$ como la más efectiva para promover un crecimiento significativo en esta variable.

Tabla 13. Comparación del efecto del bioestimulante en el diámetro del portainjerto (mm) de *P. americana*

| 30 días | | | 60 días | | | 90 días | | |
|----------------|-------|------|----------------|-------|------|----------------|-------|------|
| Bioestimulante | Media | Sig. | Bioestimulante | Media | Sig. | Bioestimulante | Media | Sig. |
| a ₄ | 6,63 | a | a ₄ | 7,65 | a | a ₄ | 8,56 | a |
| a ₂ | 6,57 | ab | a ₂ | 7,59 | ab | a ₃ | 8,45 | a |
| a ₃ | 6,45 | ab | a ₃ | 7,52 | ab | a ₂ | 8,45 | a |
| a ₁ | 6,31 | b | a ₁ | 7,34 | b | a ₁ | 8,17 | a |

Las medias seguidas de letras diferentes en la columna indican una diferencia significativa entre dosis de bioestimulante, mediante la prueba paramétrica de Tukey ($p < 0,05$). a₁: 0 ml.20L⁻¹, a₂: 15 ml.20 L⁻¹, a₃: 30 ml.20 L⁻¹, a₄: 60 ml.20 L⁻¹

Al comparar el efecto de los sustratos en el diámetro del portainjerto de *P. americana* no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) en los tres periodos de evaluación. Sin embargo, a los 90 días, se evidencia una ligera tendencia favorable para el sustrato b₃ (suelo + Mallki), lo que podría indicar un potencial beneficio de este sustrato en etapas más avanzadas de desarrollo (Tabla 14).

Tabla 14. Comparación del efecto del sustrato en el diámetro del portainjerto (mm) de *P. americana*

| 30 días | | | 60 días | | | 90 días | | |
|----------------|-------|------|----------------|-------|------|----------------|-------|------|
| Sustrato | Media | Sig. | Sustrato | Media | Sig. | Sustrato | Media | Sig. |
| b ₁ | 6,54 | a | b ₁ | 7,55 | a | b ₃ | 8,50 | a |
| b ₃ | 6,49 | a | b ₃ | 7,52 | a | b ₂ | 8,41 | a |
| b ₂ | 6,44 | a | b ₂ | 7,51 | a | b ₁ | 8,31 | a |

Las medias seguidas de letras diferentes en la columna indican una diferencia significativa entre sustratos, mediante la prueba paramétrica de Tukey ($p < 0,05$). b₁: Suelo, b₂: Suelo + YaraMila, b₃: Suelo + Mallki

En relación con el diámetro del portainjerto (mm) de *P. americana* durante la etapa de vivero, los resultados muestran que los tratamientos aplicados influyeron en su tasa de crecimiento, evaluada cada 30 días (Figura 9). Se observa que las pendientes más pronunciadas corresponden a los tratamientos T₈ (30 ml Bioestimulante + YaraMila + Suelo Agrícola) y T₁₁ (60 ml Bioestimulante + YaraMila + Suelo Agrícola), lo que indica que estos tratamientos lograron las mayores tasas de crecimiento en el diámetro del portainjerto a lo largo del periodo de evaluación (Figura 9). En contraste, el tratamiento T₁ (0 ml Bioestimulante + Suelo Agrícola) presentó la pendiente más baja, evidenciando un crecimiento más lento.

Los datos sugieren que la combinación de dosis más altas de bioestimulante junto con el abono inorgánico YaraMila™ COMPLEX™ favorece un mayor

desarrollo en el diámetro del portainjerto, mientras que la ausencia de bioestimulante limita el crecimiento.

Además, se aprecia que el incremento en el diámetro del portainjerto fue constante durante los 90 días de evaluación, mostrando una relación lineal entre el tiempo y el crecimiento, como lo demuestran los coeficientes de determinación (R^2) cercanos a 1 en todos los tratamientos (Figura 9). Esto indica que los tratamientos influyen de manera predecible en el desarrollo del diámetro del portainjerto.

Estos resultados coinciden con lo señalado por Chaupis (2022) y Zucchetti (2023), quienes destacan que los nutrientes del suelo y la adición de insumos específicos son esenciales para el crecimiento adecuado de las plántulas de *P. americana* en vivero. Sin embargo, en este estudio, ningún tratamiento mostró una disminución en el crecimiento del diámetro del portainjerto, lo que podría deberse a que las concentraciones de los insumos aplicados se mantuvieron dentro de rangos adecuados para el desarrollo de *P. americana*.

En resumen, los tratamientos que incluyeron bioestimulante en combinación con YaraMila™ COMPLEX™ demostraron un efecto positivo en el crecimiento del diámetro del portainjerto, mientras que el tratamiento sin bioestimulante evidenció un desarrollo más limitado.

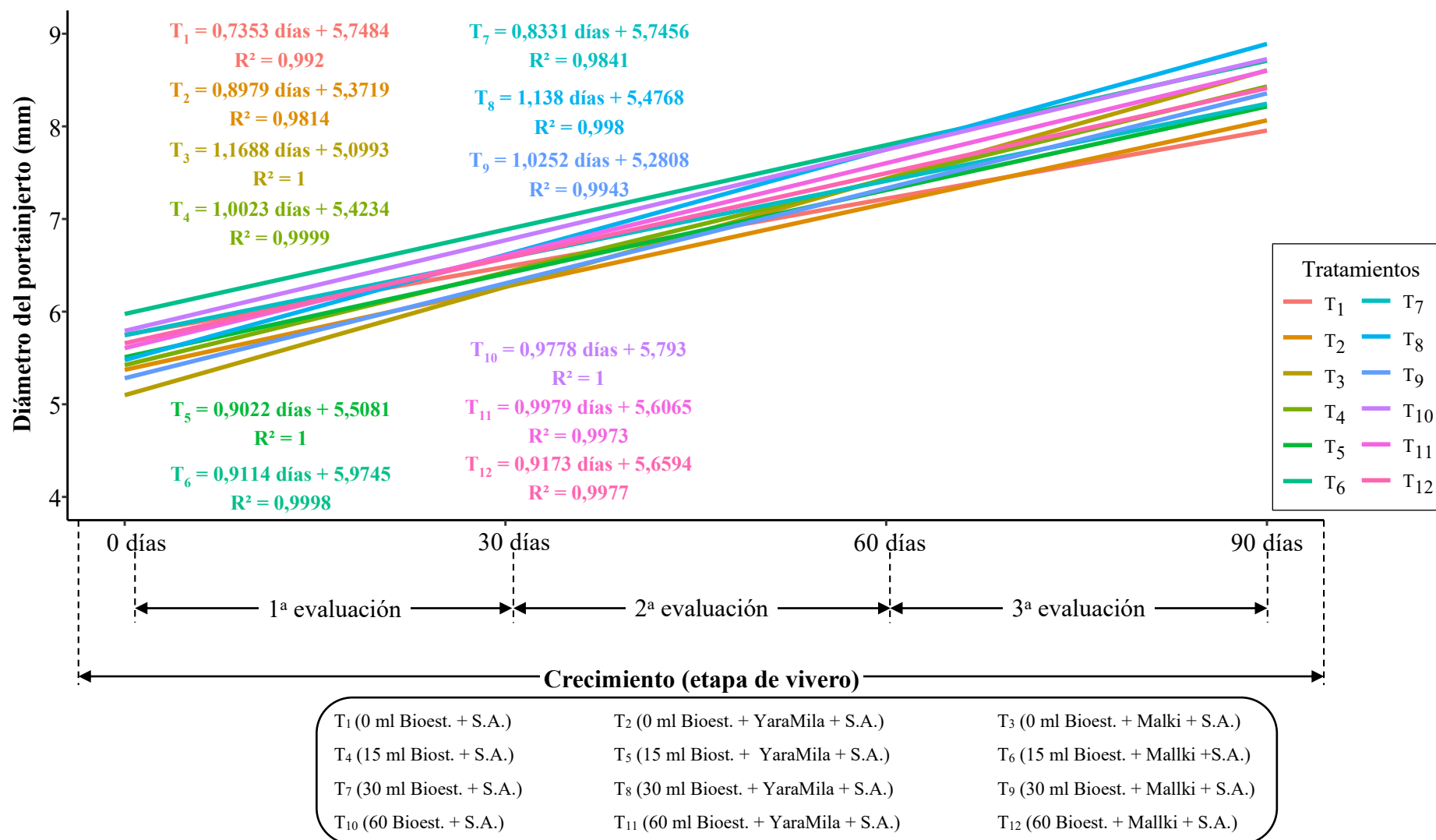


Figura 9. Incremento del diámetro del portainjerto (mm) de *P. americana* cada 30 días en los tratamientos en estudio

4.1.3. Número de hojas del portainjerto

La aplicación del bioestimulante Bayfolan Aktivator XL® ni los abonos Mallki y YaraMila™ COMPLEX™, a los 90 días de evaluación, tanto de forma individual como la interacción de ambos factores evaluados, no mostró efectos estadísticamente significativos sobre el número de hojas del portainjerto de *P. americana* ($p > 0,05$) (Tabla 15). Este resultado sugiere que los tratamientos aplicados no lograron influir de manera destacada en el desarrollo foliar del portainjerto, coincidiendo con Firgiyanto et al. (2023) y Tzatzani et al. (2022), quienes también reportaron efectos no significativos en el número de hojas.

Por otro lado, a los 120 días, la aplicación del bioestimulante presentó un efecto altamente significativo ($p < 0,001$) (Tabla 15), lo que indica que su uso contribuye de manera notable al aumento en el número de hojas durante etapas avanzadas del crecimiento. Este hallazgo es consistente con estudios como los de Chaupis (2022) y Zucchetti (2023), quienes también reportaron incrementos significativos en el desarrollo foliar al emplear bioestimulantes en cultivos perennes. Sin embargo, ni los sustratos ni la interacción entre bioestimulante y sustratos mostraron efectos significativos en esta etapa ($p > 0,05$), reflejando una limitada influencia de estos factores en el desarrollo foliar del portainjerto.

El coeficiente de variación (CV) fue de 42,71% a los 90 días, indicando una alta variabilidad en los datos, mientras que a los 120 días el CV disminuyó a 28,59%, lo que sugiere una variabilidad moderada en esta etapa. Esto refleja una menor consistencia en las mediciones iniciales, que mejora conforme avanza el periodo de evaluación (Tabla 15).

Tabla 15. Análisis de varianza (ANVA) ($\alpha = 0,05$) del número de hojas del portainjerto de *P. americana*

| Fuente de variación | GL | 90 días | | | 120 días | | |
|----------------------------|-----|---------|--------|------|----------|--------|------|
| | | CM | Pr(>F) | Sig. | CM | Pr(>F) | Sig. |
| Bioestimulante | 3 | 10,939 | 0,310 | NS | 83,33 | 0,000 | *** |
| Sustratos | 2 | 6,274 | 0,503 | NS | 15,2 | 0,327 | NS |
| Bioestimulante × Sustratos | 6 | 13,557 | 0,182 | NS | 18,52 | 0,227 | NS |
| Error | 372 | 9,106 | | | 13,53 | | |
| Total | 383 | | | | | | |
| CV (%) | | 0,4271 | | | 0,2859 | | |

GL: Grados de libertad, CM: Cuadrado medio, Pr(>F): Nivel de significancia, *: Significativo, NS: No significativo, CV: Coeficiente de variación

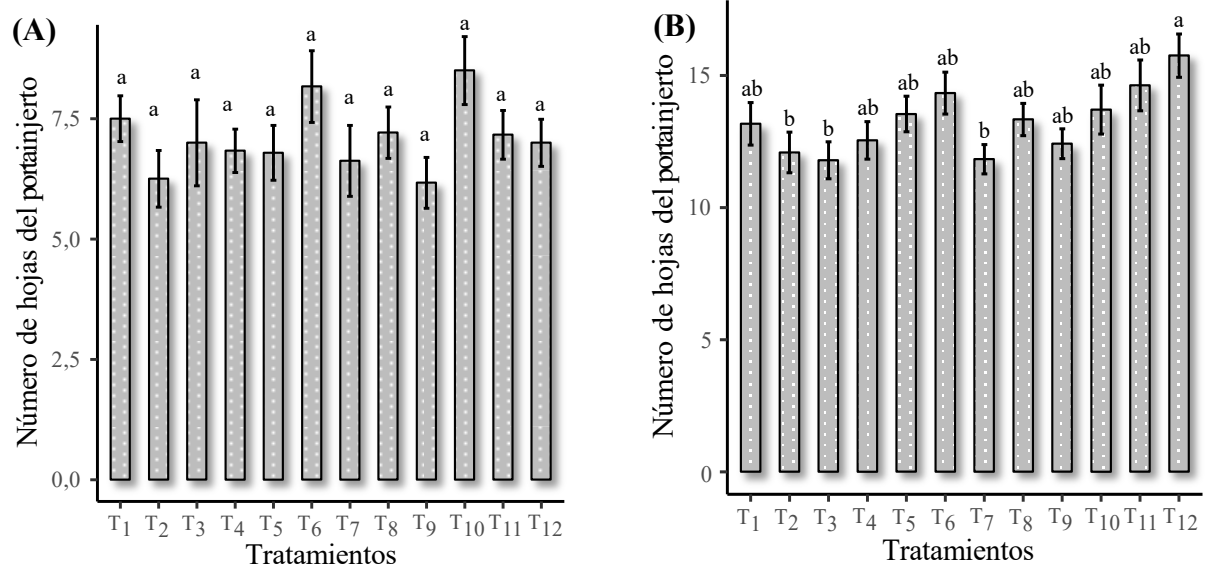
La comparación múltiple de medias realizada mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para el número de hojas del portainjerto de *P. americana* mostró que, a los 90 días,

a pesar de no mostrar diferencias significativas entre los tratamientos, el número de hojas promedio oscila entre 6,17 y 8,50 hojas por cada plántula de *P. americana* correspondiente a los tratamientos T₉ (30 ml Bioestimulante + Mallki + Suelo Agrícola) y T₁₀ (60 Bioestimulante + Suelo Agrícola) (Tabla 16) (Figura 10A).

Tabla 16. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) del número de hojas del portainjerto de *P. americana*

| 90 días | | | 120 días | | |
|-----------------|----------|------|-----------------|----------|------|
| Trat. | Diámetro | | Trat. | Diámetro | |
| | Media | Sig. | | Media | Sig. |
| T ₁₀ | 8,50 | a | T ₁₂ | 15,75 | a |
| T ₆ | 8,17 | a | T ₁₁ | 14,63 | ab |
| T ₁ | 7,50 | a | T ₆ | 14,33 | ab |
| T ₈ | 7,21 | a | T ₁₀ | 13,71 | ab |
| T ₁₁ | 7,17 | a | T ₅ | 13,54 | ab |
| T ₃ | 7,00 | a | T ₈ | 13,33 | ab |
| T ₁₂ | 7,00 | a | T ₁ | 13,17 | ab |
| T ₄ | 6,83 | a | T ₄ | 12,54 | ab |
| T ₅ | 6,79 | a | T ₉ | 12,42 | ab |
| T ₇ | 6,62 | a | T ₂ | 12,08 | b |
| T ₂ | 6,25 | a | T ₇ | 11,83 | b |
| T ₉ | 6,17 | a | T ₃ | 11,79 | b |

Las medias seguidas de letras diferentes en la columna indican una diferencia significativa entre tratamientos, mediante la prueba paramétrica de Tukey ($p < 0,05$)



Letras diferentes situadas sobre las barras de error indican una diferencia significativa entre tratamientos, mediante la prueba paramétrica de Tukey ($p < 0,05$)

Figura 10. Efecto de los tratamientos en el número de hojas del portainjerto de *P. americana*

(A) evaluación a los 90 días; (B) evaluación a los 120 días

Por otro lado, a los 120 días, el tratamiento T₁₂ (60 ml Bioestimulante + Mallki + Suelo Agrícola) presentó el mayor número de hojas promedio, alcanzando 15,75 hojas por plántula, siendo significativamente superior a los tratamientos T₁₁, T₆, T₁₀, T₅, T₈, T₁, T₄ y T₉ que mostraron promedios estadísticamente similares entre sí (Tabla 16) (Figura 10B). Estos resultados concuerdan con Arellano (2017), Chaupis (2022) y Zucchetti (2023), quienes alcanzaron 18,58, 12,75 y 12,6 hojas por plántulas respectivamente al aplicar abonos orgánicos, lo que sugiere un efecto acumulativo del tratamiento T₁₂ en el último periodo de evaluación (Tabla 16) (Figura 10B). Cabe resaltar que estos resultados son superiores a los señalado por Tzatzani et al. (2022), quien alcanzó una media de $7,2 \pm 1,087$ hojas por cada plántula de *P. americana* var. Hass. Esto indica que los abonos elaborados a partir de restos vegetales y estiércol de aves, como Mallki, tienen un efecto más significativo en el desarrollo foliar de *P. americana* en comparación con los abonos derivados de estiércol de insectos, como Terra Insecta®.

Al analizar el efecto de las diferentes dosis de bioestimulante sobre el número de hojas del portainjerto de *P. americana*, se observó que a los 90 días indiferentemente de la dosis aplicada, estadísticamente se obtuvo un promedio similar en el número de hojas, donde la mayor media correspondió a la dosis de 60 ml.20 L⁻¹ (a₄) con 7,56 hojas, mientras que la dosis de 30 ml.20 L⁻¹ (a₃) presentó el valor más bajo con 6,67 hojas (Tabla 17). Sin embargo, a los 120 días, se observó que la mayor media se obtuvo al aplicar la dosis de 60 ml.20 L⁻¹ (a₄), alcanzando 14,69 hojas por plántula (Tabla 17), esto sugiere que la dosis a₄ tuvo un efecto más positivo en el desarrollo foliar a largo plazo, mientras que las otras dosis generaron un menor número de hojas. Además, estos resultados destacan la importancia de ajustar la dosis de bioestimulante para maximizar el desarrollo vegetativo del portainjerto.

Tabla 17. Comparación del efecto del bioestimulante en el número de hojas del portainjerto de *P. americana*

| 90 días | | | 120 días | | |
|----------------|-------|------|----------------|-------|------|
| Bioestimulante | Media | Sig. | Bioestimulante | Media | Sig. |
| a ₄ | 7,56 | a | a ₄ | 14,69 | a |
| a ₂ | 7,26 | a | a ₂ | 13,47 | ab |
| a ₁ | 6,92 | a | a ₃ | 12,53 | b |
| a ₃ | 6,67 | a | a ₁ | 12,35 | b |

Las medias seguidas de letras diferentes en la columna indican una diferencia significativa entre dosis de bioestimulante, mediante la prueba paramétrica de Tukey ($p < 0,05$). a₁: 0 ml.20L⁻¹, a₂: 15 ml.20 L⁻¹, a₃: 30 ml.20 L⁻¹, a₄: 60 ml.20 L⁻¹

Mientras que al comparar el efecto de los sustratos en el número de hojas del portainjerto de *P. americana*, se observó que a los 90 días no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre los tres sustratos. Sin embargo, a los 120 días, el sustrato compuesto por Suelo + Mallki (b_3) presentó la mayor media con 13,57 hojas por plántulas, sugiriendo que el sustrato b_3 podría tener un efecto favorable en la cantidad de hojas en un periodo más prolongado (Tabla 18).

Tabla 18. Comparación del efecto del sustrato en el número de hojas del portainjerto de *P. americana*

| 90 días | | | 120 días | | |
|----------|-------|------|----------|-------|------|
| Sustrato | Media | Sig. | Sustrato | Media | Sig. |
| b_1 | 7,36 | a | b_3 | 13,57 | a |
| b_3 | 7,08 | a | b_2 | 13,40 | a |
| b_2 | 6,85 | a | b_1 | 12,81 | a |

Las medias seguidas de letras diferentes en la columna indican una diferencia significativa entre sustratos, mediante la prueba paramétrica de Tukey ($p < 0,05$). b_1 : Suelo, b_2 : Suelo + YaraMila, b_3 : Suelo + Mallki

En cuanto al incremento en el número de hojas del portainjerto de *P. americana* durante la etapa de vivero, evaluado cada 30 días, los resultados reflejan variaciones significativas entre los tratamientos aplicados (Figura 11). Se destaca que los tratamientos T_{12} (60 ml Bioestimulante + Mallki + Suelo Agrícola) y T_{11} (60 ml Bioestimulante + YaraMila + Suelo Agrícola) presentaron las mayores tasas de incremento en el número de hojas, con pendientes de 8,75 días + 1,708 y 7,4583 días + 0,2917, respectivamente (Figura 11). Estos tratamientos lograron generar un desarrollo foliar más rápido y consistente durante los 120 días de evaluación.

Por el contrario, el tratamiento T_{10} (60 ml Bioestimulante + Suelo Agrícola) mostró la pendiente más baja (5,2083 días + 1,4167) (Figura 11), lo que sugiere un menor ritmo de incremento en el número de hojas en comparación con los tratamientos más efectivos. Asimismo, los resultados revelan una relación lineal fuerte entre el tiempo de evaluación y el número de hojas producidas, como lo indican los altos valores de $R^2 = 1$ en todos los tratamientos, lo cual demuestra la consistencia del crecimiento foliar bajo las condiciones del estudio (Figura 11).

Por lo tanto, los tratamientos que incluyeron dosis altas de bioestimulante y abonos (Mallki o YaraMila) fueron los más efectivos en promover el desarrollo foliar, mientras que aquellos con dosis bajas o sin bioestimulantes presentaron resultados más modestos.

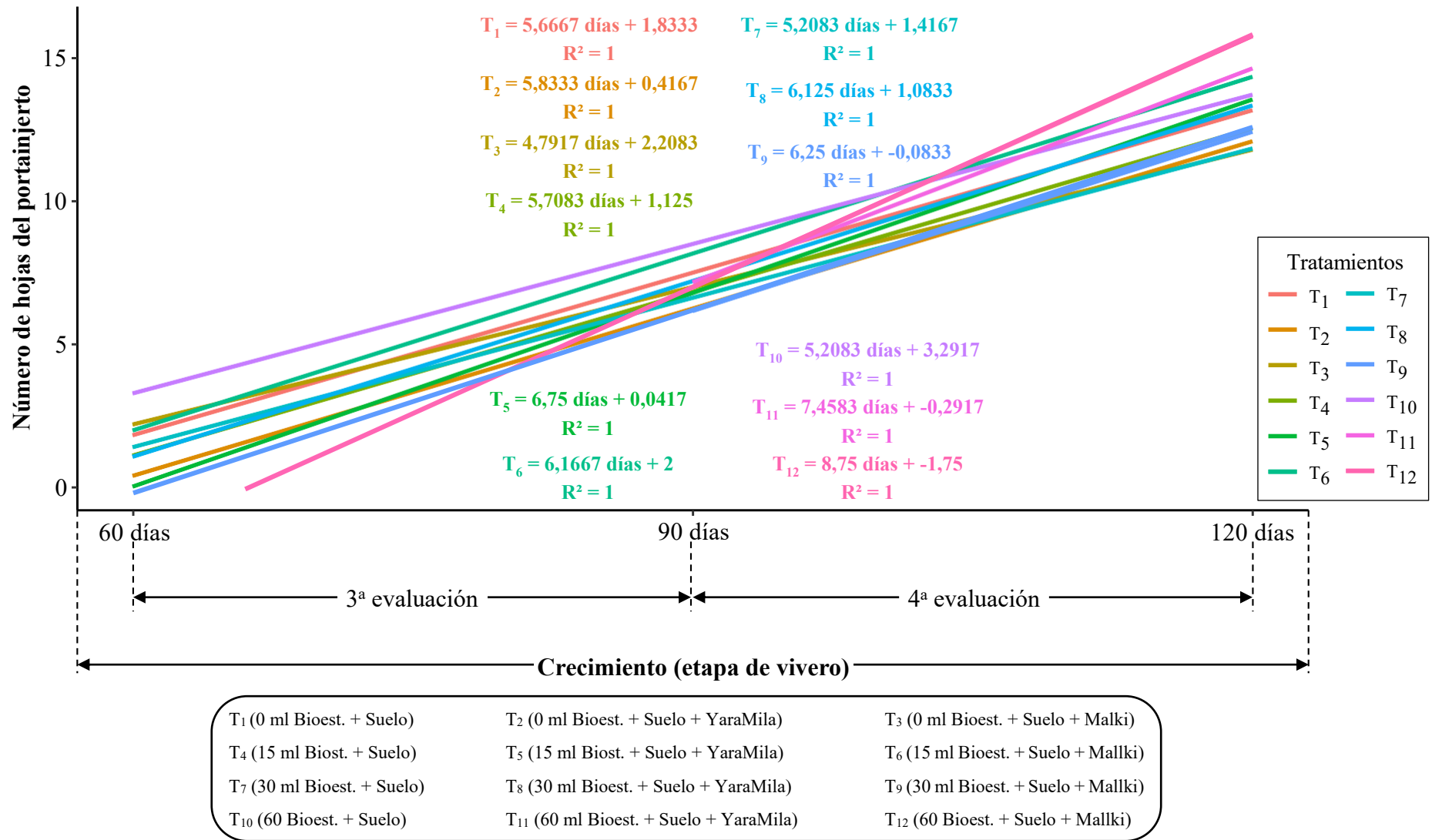


Figura 11. Incremento del número de hojas del portainjerto de *P. americana* cada 30 días en los tratamientos en estudio

4.1.4. Altura del injerto

En la Tabla 19 se presentan los resultados del análisis de varianza (ANVA) de la altura del injerto de *P. americana* a los 60, 90 y 120 días. A lo largo de los tres periodos evaluados, ni la aplicación del bioestimulante Bayfolan Aktivator XL® ni los abonos Mallki y YaraMila™ COMPLEX™, así como su interacción, lograron generar efectos estadísticamente significativos sobre la altura del injerto ($p > 0,05$). Esto indica que los tratamientos aplicados no lograron inducir cambios sustanciales en el crecimiento en altura del injerto durante el periodo de evaluación. Esto es consistente con lo señalado por Firgiyanto et al. (2023) y Tzatzani et al. (2022), quienes indicaron que la aplicación de abonos orgánicos no generan efectos significativos en el crecimiento del injerto de plántulas *P. americana*.

Cabe resaltar que la ausencia de significancia estadística en los factores evaluados podría estar relacionada con las condiciones experimentales o con la duración del ensayo, ya que estudios previos, como el de Costa et al. (2011), sugieren que el crecimiento en altura del injerto puede ser más evidente en periodos más prolongados o bajo condiciones específicas de fertilización y manejo.

Por otro lado, los valores del coeficiente de variación (CV) fueron de 19,26%, 42,71% y 21,11% para los 60, 90 y 120 días, respectivamente. Estos valores reflejan una baja variabilidad en los datos de la evaluación a los 60 y 120 días, indicando una alta consistencia en las mediciones realizadas en cada etapa del experimento (Tabla 19). Sin embargo, a los 90 días existe una mayor variabilidad, posiblemente debido a factores externos del experimento.

Tabla 19. Análisis de varianza (ANVA) ($\alpha = 0,05$) de la altura del injerto (cm) de *P. americana*

| Fuente de variación | GL | 60 días | | | 90 días | | | 120 días | | |
|----------------------------|-----|---------|--------|------|---------|--------|------|----------|--------|------|
| | | CM | Pr(>F) | Sig. | CM | Pr(>F) | Sig. | CM | Pr(>F) | Sig. |
| Bioestimulante | 3 | 3,536 | 0,383 | NS | 16,41 | 0,304 | NS | 24,82 | 0,134 | NS |
| Sustratos | 2 | 2,780 | 0,449 | NS | 12,43 | 0,399 | NS | 4,283 | 0,724 | NS |
| Bioestimulante × Sustratos | 6 | 3,743 | 0,373 | NS | 10,76 | 0,572 | NS | 14,74 | 0,354 | NS |
| Error | 372 | 3,461 | | | 13,48 | | | 13,23 | | |
| Total | 383 | | | | | | | | | |
| CV (%) | | 0,1926 | | | 0,4271 | | | 0,2111 | | |

GL: Grados de libertad, CM: Cuadrado medio, Pr(>F): Nivel de significancia, *: Significativo, NS: No significativo, CV: Coeficiente de variación

La comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para la altura del injerto de *P. americana* evidenció que, aunque no se detectaron

diferencias significativas en ningún periodo, se observó variabilidad en las alturas registradas (Tabla 20).

A los 60 días, las alturas oscilaron entre 9,02 cm (T₄: 15 ml Bioestimulante + Suelo Agrícola) y 10,10 cm (T₉: 30 ml Bioestimulante + Mallki + Suelo Agrícola) (Figura 12A). A los 90 días, las alturas variaron entre 13,40 cm (T₃: 0 ml Bioestimulante + Mallki + Suelo Agrícola) y 16,00 cm (T₈: 30 ml Bioestimulante + YaraMila + Suelo Agrícola) (Tabla 20) (Figura 12B).

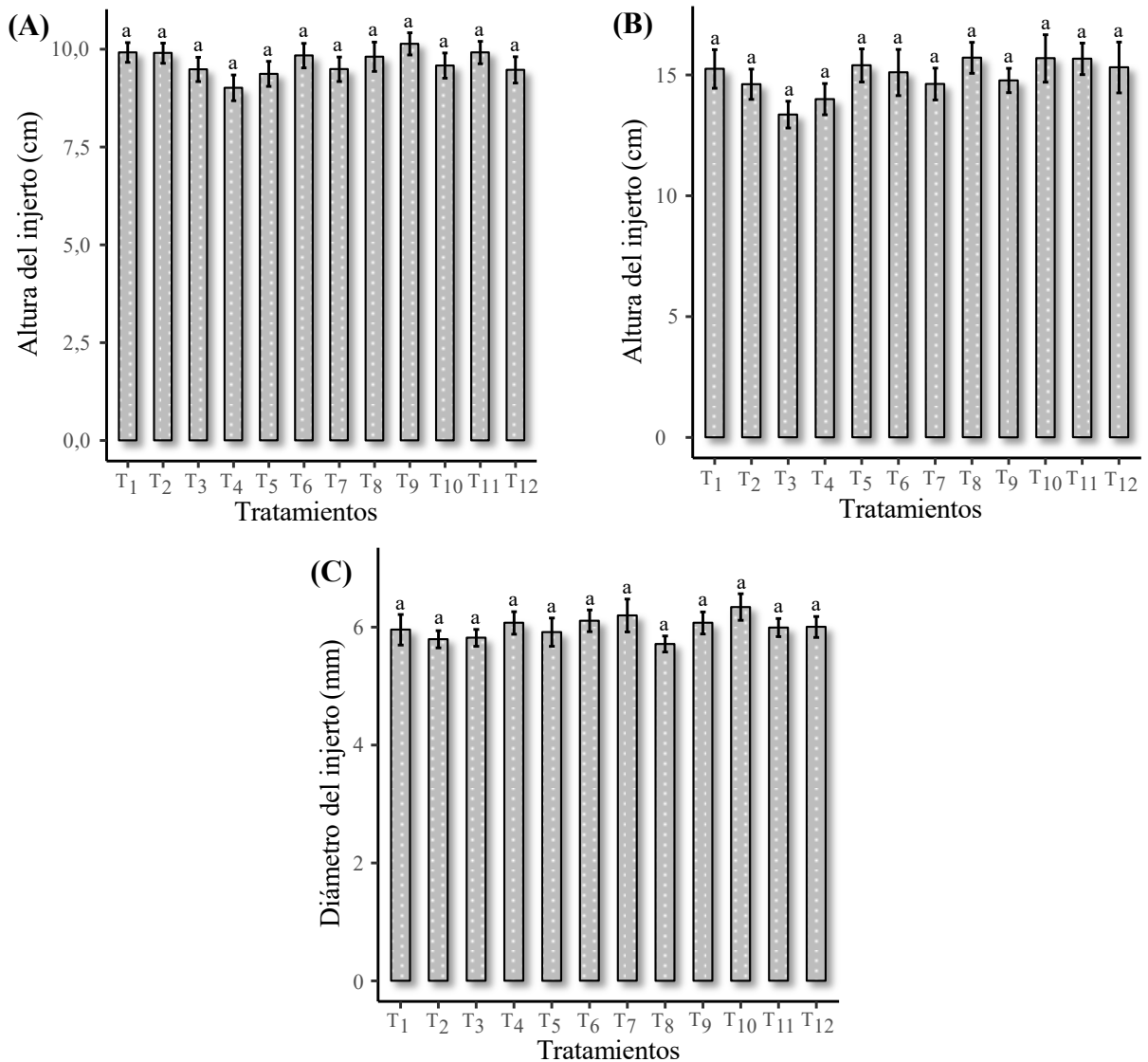
Finalmente, a los 120 días, se registraron valores de 15,23 cm (T₃: 0 ml Bioestimulante + Malki + Suelo Agrícola) a 18,04 cm (T₁₀: 60 ml Bioestimulante + Suelo Agrícola) (Tabla 20) (Figura 12C).

Estos resultados sugieren que los tratamientos que incluyeron Mallki y YaraMila™ COMPLEX™, probablemente podrían mostrar efectos superiores sobre el crecimiento en altura del injerto si se extiende el periodo de evaluación. Sin embargo, son estos valores son superiores a los valores registrados por Rodriguez (2022) y Tzatzani et al. (2022), quienes alcanzaron una altura promedio de 11,84 y 9,2±1,069 cm, respectivamente.

Tabla 20. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) de la altura del injerto (cm) de *P. americana*

| 60 días | | | 90 días | | | 120 días | | |
|-----------------|--------|------|-----------------|--------|------|-----------------|--------|------|
| Trat. | Altura | | Trat. | Altura | | Trat. | Altura | |
| | Media | Sig. | | Media | Sig. | | Media | Sig. |
| T ₉ | 10,10 | a | T ₈ | 16,00 | a | T ₁₀ | 18,04 | a |
| T ₁ | 9,92 | a | T ₁₀ | 15,70 | a | T ₉ | 17,92 | a |
| T ₁₁ | 9,92 | a | T ₁₁ | 15,70 | a | T ₁₂ | 17,83 | a |
| T ₂ | 9,90 | a | T ₅ | 15,70 | a | T ₈ | 17,75 | a |
| T ₆ | 9,84 | a | T ₁₂ | 15,40 | a | T ₁₁ | 17,69 | a |
| T ₈ | 9,81 | a | T ₁ | 15,30 | a | T ₁ | 17,68 | a |
| T ₁₀ | 9,58 | a | T ₆ | 15,10 | a | T ₅ | 17,68 | a |
| T ₇ | 9,49 | a | T ₉ | 14,80 | a | T ₄ | 17,22 | a |
| T ₃ | 9,49 | a | T ₇ | 14,60 | a | T ₆ | 17,19 | a |
| T ₁₂ | 9,47 | a | T ₂ | 14,60 | a | T ₇ | 16,73 | a |
| T ₅ | 9,37 | a | T ₄ | 14,00 | a | T ₂ | 16,48 | a |
| T ₄ | 9,02 | a | T ₃ | 13,40 | a | T ₃ | 15,23 | a |

Las medias seguidas de letras diferentes en la columna indican una diferencia significativa entre tratamientos, mediante la prueba paramétrica de Tukey ($p < 0,05$)



Letras diferentes situadas sobre las barras de error indican una diferencia significativa entre tratamientos, mediante la prueba paramétrica de Tukey ($p < 0,05$)

Figura 12. Efecto de los tratamientos en la altura del injerto (cm) de *P. americana* (A) evaluación a los 60 días; (B) evaluación a los 90 días (C) evaluación a los 120 días

En la Figura 13 se muestra el incremento en la altura del injerto de *P. americana* evaluado cada 30 días durante la etapa de vivero. El tratamiento T₁₀ (60 ml Bioestimulante + Suelo Agrícola) presentó la pendiente más alta ($4,2271 \text{ días} + 5,9819$, $R^2 = 0,9383$), indicando que fue el tratamiento con la mayor tasa de incremento en la altura del injerto. Este tratamiento alcanzó valores de altura consistentes durante el periodo de evaluación debido a que al utilizar 60 ml de Bayfolan Aktivator XL® en combinación con suelo agrícola, parece haber proporcionado un balance adecuado de nutrientes esenciales y compuestos bioactivos que favorecieron el crecimiento del injerto. Es posible que la concentración de

bioestimulante en este tratamiento haya sido óptima para promover la elongación celular y el desarrollo del tejido del injerto.

Por otro, el tratamiento T₃ (0 ml Bioestimulante + Malki + Suelo Agrícola) tuvo la pendiente más baja (2,8736 días + 6,944, R² = 0,9414), sugiriendo un menor ritmo de crecimiento en comparación con los demás tratamientos (Figura 13). Por otro lado, los tratamientos con menores tasas de crecimiento, como T₃, que incluyó Malki, podrían haber sido limitados por la interacción de los nutrientes o una concentración subóptima del bioestimulante, lo que redujo la eficiencia en el desarrollo de los injertos.

Los resultados observados coinciden parcialmente con lo reportado por Rodríguez (2022), quien señaló que concentraciones moderadas de bioestimulantes en combinación con un sustrato adecuado promueven un crecimiento sostenido en plantas de vivero. Sin embargo, los tratamientos con interacciones más complejas, como los que incluyeron Malki o dosis más elevadas de bioestimulante, podrían haber generado respuestas menos homogéneas debido a posibles desequilibrios nutricionales.

Por ende, la altura del injerto muestra una respuesta positiva al uso de bioestimulantes, aunque su eficacia depende de la dosis y las combinaciones aplicadas. La pendiente y el valor inicial varían significativamente entre tratamientos, lo que sugiere que los efectos pueden optimizarse ajustando las proporciones de los insumos utilizados.

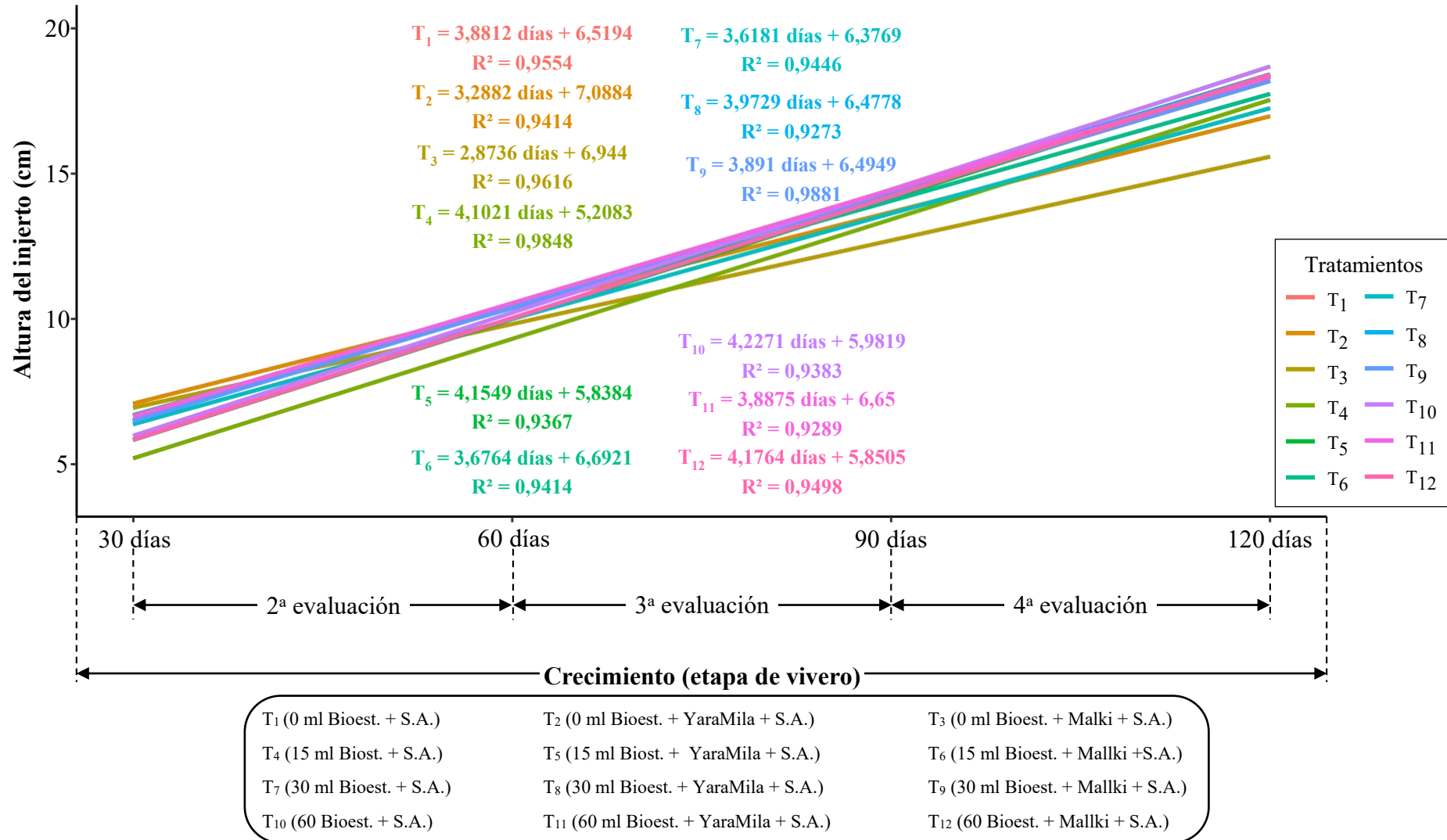


Figura 13. Incremento de la altura del injerto (cm) de *P. americana* cada 30 días en los tratamientos en estudio

4.1.5. Diámetro del injerto

La aplicación del bioestimulante Bayfolan Aktivator XL® ni los abonos Mallki y YaraMila™ COMPLEX™, así la interacción entre ellos, no logró generar efectos estadísticamente significativos ($p > 0,05$) sobre del diámetro del injerto de *P. americana* a los 60, 90 y 120 días (Tabla 21). Esto sugiere que el diámetro del injerto es un parámetro que tiende a estabilizarse en etapas iniciales del desarrollo debido a probables limitaciones genéticas, independientemente de las condiciones nutricionales externas. Además, los abonos y bioestimulantes empleados en el estudio pueden haber influido más en otros parámetros como el crecimiento radicular, dejando el diámetro menos afectado. También es posible que las dosis aplicadas no hayan sido suficientes para superar la capacidad intrínseca del injerto de responder significativamente en términos de diámetro durante los periodos evaluados. Esto coincide con Firgiyanto et al. (2023) y Tzatzani et al. (2022), quienes también reportaron respuestas estadísticamente no significativas del diámetro de injertos de *P. americana* frente a la aplicación de abonos orgánicos e inorgánicos.

Respecto al coeficiente de variación (CV) se registraron valores de 18,86% y 16,16% a los 60 y 120 días (Tabla 21), respectivamente, reflejando una baja dispersión y alta homogeneidad en los datos, lo que a su vez indica que las mediciones fueron consistentes y homogéneas dentro de cada periodo de evaluación. Mientras que, a los 90 días, el CV de 42,71% sugiere mayor variabilidad en los datos (Tabla 21), posiblemente debido a respuestas diferenciales de algunos injertos que mostraron un crecimiento más rápido, mientras que otros tuvieron un desarrollo más lento en este periodo de evaluación.

Tabla 21. Análisis de varianza (ANVA) ($\alpha = 0,05$) del diámetro del injerto (mm) de *P. americana*

| Fuente de variación | GL | 60 días | | | 90 días | | | 120 días | | |
|----------------------------|-----|---------|--------|------|---------|--------|------|----------|--------|------|
| | | CM | Pr(>F) | Sig. | CM | Pr(>F) | Sig. | CM | Pr(>F) | Sig. |
| Bioestimulante | 3 | 1,513 | 0,254 | NS | 0,806 | 0,506 | NS | 0,822 | 0,458 | NS |
| Sustratos | 2 | 0,880 | 0,454 | NS | 2,278 | 0,112 | NS | 1,984 | 0,125 | NS |
| Bioestimulante × Sustratos | 6 | 0,602 | 0,776 | NS | 0,318 | 0,933 | NS | 0,300 | 0,928 | NS |
| Error | 372 | 1,110 | | | 1,033 | | | 0,948 | | |
| Total | 383 | | | | | | | | | |
| CV (%) | | 0,1886 | | | 0,4271 | | | 0,1616 | | |

GL: Grados de libertad, CM: Cuadrado medio, Pr(>F): Nivel de significancia, *: Significativo, NS: No significativo, CV: Coeficiente de variación

Por otro lado, aunque estadísticamente no se identificaron diferencias significativas, los resultados sugieren que la aplicación de 60 ml de Bayfolan Aktivator XL® sin incluir algún tipo de abono, puede favorecer un crecimiento ligeramente mayor en el diámetro del injerto de *P. americana* durante los todos los periodos de evaluación (Tabla 22).

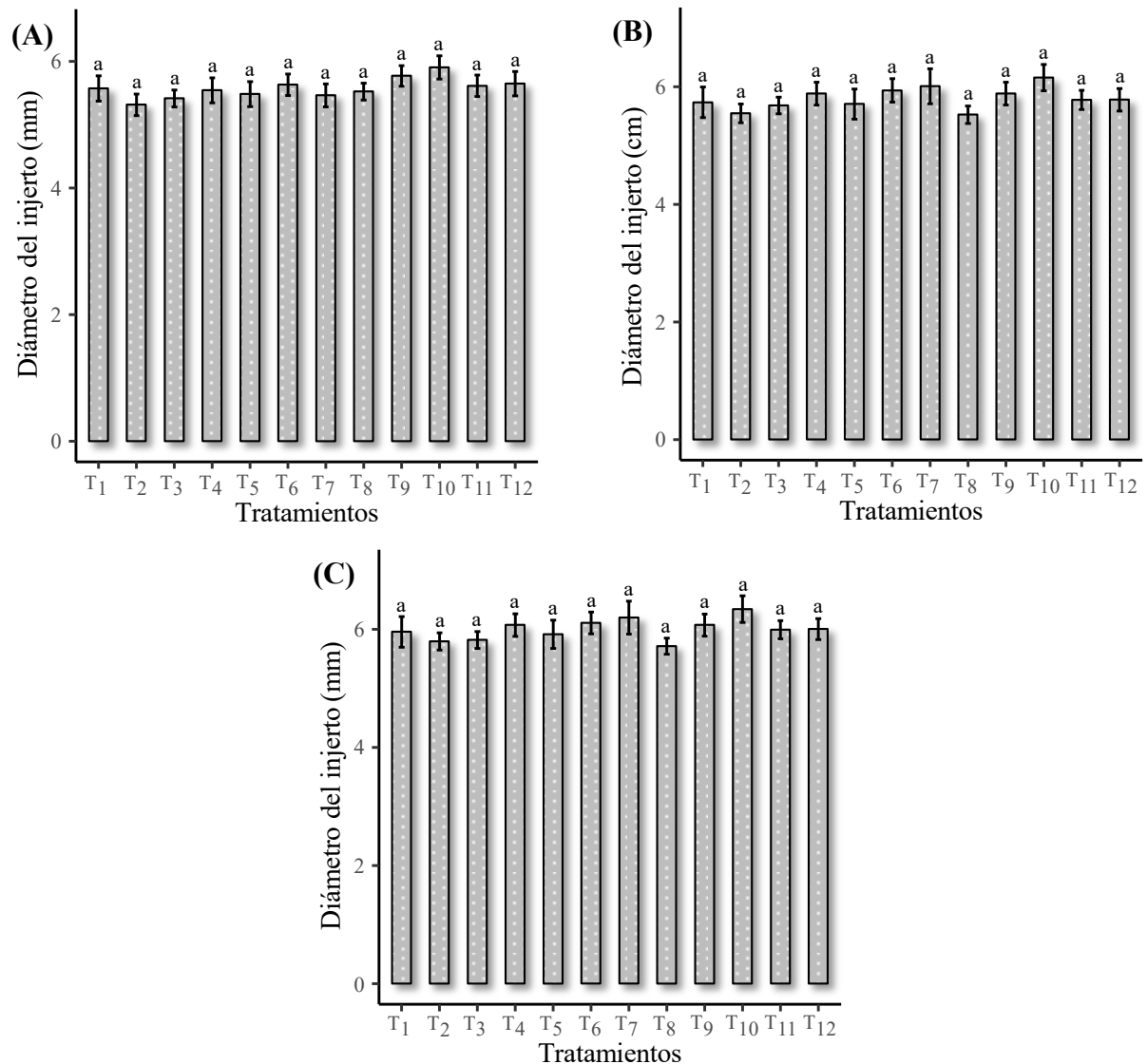
Esto se debe a que el tratamiento T₁₀ (60 ml Bioestimulante + Suelo Agrícola) destacó frente a los demás tratamientos, alcanzando producir plántulas con injertos que presentan diámetros de 5,9 mm, 6,16 mm y 6,34 mm a los 60 (Figura 14A), 90 (Figura 14B) y 120 días (Figura 14C), respectivamente (Tabla 22). Este comportamiento podría atribuirse a una mayor disponibilidad de nutrientes esenciales proporcionada por el bioestimulante y el sustrato agrícola, favoreciendo el desarrollo inicial y sostenido de los injertos.

Sin embargo, estos valores no fueron suficientes para igualar los resultados obtenidos por Tarazona (2017), quién obtuvo injertos de *P. americana* que alcanzaron un diámetro promedio de 9,2 mm. Esta diferencia puede deberse a varios factores, como el uso de materiales genéticos distintos, variaciones en las condiciones ambientales, prácticas de manejo divergentes o la composición específica de los abonos y bioestimulantes utilizados. Estos elementos podrían haber influido en la capacidad de las plántulas para alcanzar diámetros más robustos en el estudio previo.

Tabla 22. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) del diámetro del injerto (mm) de *P. americana*

| 60 días | | | 90 días | | | 120 días | | |
|-----------------|----------|------|-----------------|----------|------|-----------------|----------|------|
| Trat. | Diámetro | | Trat. | Diámetro | | Trat. | Diámetro | |
| | Media | Sig. | | Media | Sig. | | Media | Sig. |
| T ₁₀ | 5,9 | a | T ₁₀ | 6,16 | a | T ₁₀ | 6,34 | a |
| T ₉ | 5,77 | a | T ₇ | 6,01 | a | T ₇ | 6,20 | a |
| T ₁₂ | 5,65 | a | T ₆ | 5,94 | a | T ₆ | 6,11 | a |
| T ₆ | 5,63 | a | T ₉ | 5,88 | a | T ₄ | 6,07 | a |
| T ₁₁ | 5,61 | a | T ₄ | 5,88 | a | T ₉ | 6,07 | a |
| T ₁ | 5,57 | a | T ₁₂ | 5,78 | a | T ₁₂ | 6,00 | a |
| T ₄ | 5,54 | a | T ₁₁ | 5,78 | a | T ₁₁ | 6,00 | a |
| T ₈ | 5,52 | a | T ₁ | 5,74 | a | T ₁ | 5,96 | a |
| T ₅ | 5,48 | a | T ₅ | 5,71 | a | T ₅ | 5,92 | a |
| T ₇ | 5,46 | a | T ₃ | 5,68 | a | T ₃ | 5,82 | a |
| T ₃ | 5,41 | a | T ₂ | 5,55 | a | T ₂ | 5,80 | a |
| T ₂ | 5,31 | a | T ₈ | 5,52 | a | T ₈ | 5,72 | a |

Las medias seguidas de letras diferentes en la columna indican una diferencia significativa entre tratamientos, mediante la prueba paramétrica de Tukey ($p < 0,05$)



Letras diferentes situadas sobre las barras de error indican una diferencia significativa entre tratamientos, mediante la prueba paramétrica de Tukey ($p < 0,05$)

Figura 14 . Efecto de los tratamientos en el diámetro del injerto (mm) de *P. americana* (A) evaluación a los 60 días; (B) evaluación a los 90 días (C) evaluación a los 120 días

En la Figura 15 se muestra el incremento en el diámetro del injerto de *P. americana* evaluado cada 30 días durante la etapa de vivero para los diferentes tratamientos en estudio. El tratamiento T₁₀ (60 ml Bioestimulante + Suelo Agrícola) presentó la pendiente más alta ($0,3642 \text{ días} + 5,3087$, $R^2=0,9257$) (Figura 15), lo que indica que fue el tratamiento con la mayor tasa de incremento en el diámetro del injerto. Este resultado sugiere que la combinación de una dosis elevada de bioestimulante, con solo suelo agrícola, pudo haber optimizado las condiciones para el crecimiento, promoviendo la expansión celular y el desarrollo del tejido del

injerto de manera más eficiente. Por otro lado, el tratamiento T₉ (30 ml Bioestimulante + Mallki + Suelo Agrícola) mostró la pendiente más baja (0,084 días + 5,1763, R²=0,66) (Figura 15), lo cual refleja un ritmo de crecimiento considerablemente menor en comparación con otros tratamientos. Esto podría atribuirse a una concentración insuficiente del bioestimulante, una interacción menos favorable con Mallki, o posibles limitaciones nutricionales que impactaron negativamente en el desarrollo del injerto.

En términos generales, los tratamientos que incluyeron combinaciones más equilibradas de bioestimulante, como T₁₀ (60 ml Bioestimulante + Suelo Agrícola) (Figura 15), mostraron un crecimiento sostenido con pendientes moderadas, lo cual sugiere una respuesta favorable a las dosis intermedias de bioestimulantes. Estos resultados coinciden con Tarazona (2017) que señala que el uso de dosis adecuadas de bioestimulantes en combinación con sustratos ricos en nutrientes puede mejorar el crecimiento del injerto. Sin embargo, las interacciones más complejas, como las que incluyen Mallki, requieren un ajuste más preciso para maximizar los beneficios sin generar desequilibrios.

De esta manera, el diámetro del injerto respondió de manera positiva al uso de bioestimulantes, aunque la eficacia de su aplicación depende en gran medida de la dosis y las combinaciones específicas utilizadas. Los tratamientos con pendientes más pronunciadas y mayores coeficientes de determinación (R²) demostraron ser más efectivos para promover el crecimiento uniforme del injerto durante la etapa de vivero (Chaupis, 2022; Zucchetti, 2023).

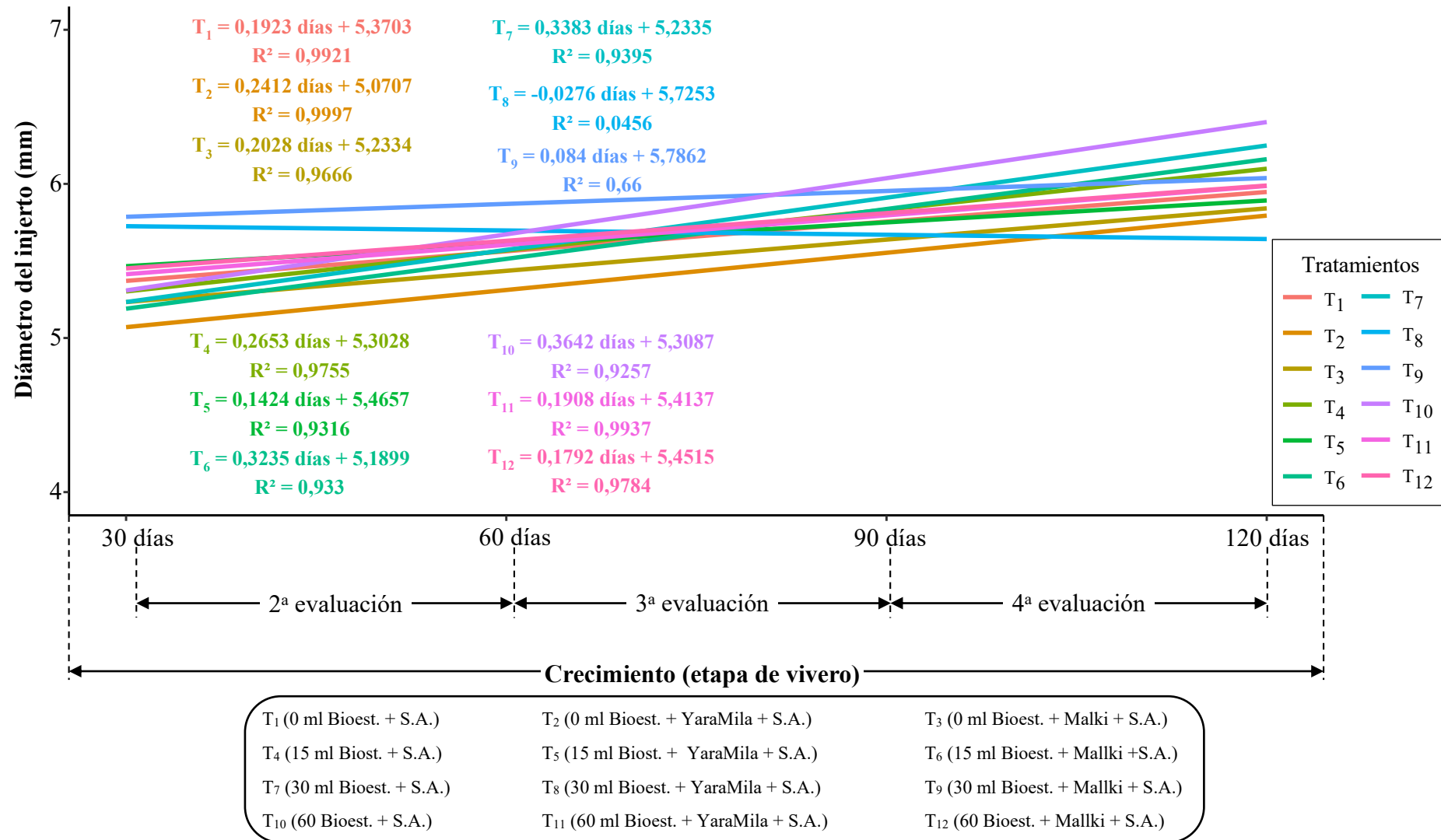


Figura 15. Incremento del diámetro del injerto(mm) de *P. americana* cada 30 días en los tratamientos en estudio

4.1.6. Número de brotes del injerto

En la Tabla 23 se presentan los resultados del análisis de varianza (ANVA) para el número de brotes del injerto de *P. americana* a los 90 y 120 días. Los resultados indican que la aplicación del bioestimulante Bayfolan Aktivator XL® no tuvo efectos estadísticamente significativos en ninguno de los periodos evaluados ($p > 0,05$). Asimismo, la interacción entre el bioestimulante y los sustratos no presentó efectos significativos ($p > 0,05$), indicando que los factores no actúan de manera combinada para afectar el número de brotes. La ausencia de efecto significativo del bioestimulante podría estar relacionada con la falta de respuesta de los injertos bajo las condiciones específicas de este experimento o la posible necesidad de un periodo de evaluación más prolongado para observar sus efectos (Costa et al., 2011; Firgiyanto et al., 2023).

Sin embargo, los sustratos sí mostraron un efecto significativo en ambas etapas, con valores de $p = 0,048$ a los 90 días y $p = 0,010$ a los 120 días (Tabla 23), lo que sugiere que el tipo de sustrato influye directamente en la generación de brotes del injerto. Esto coincide con lo encontrado por Rodríguez (2022) y Tzatzani et al. (2022), quienes reportaron que la calidad del sustrato que incluye abonos orgánicos tiene un impacto significativo sobre el número de brotes del injerto de *P. americana* ($p > 0,05$), debido a su capacidad para proporcionar nutrientes y mejorar la estructura del medio de cultivo.

Tabla 23. Análisis de varianza (ANVA) ($\alpha = 0,05$) del número de brotes del injerto de *P. americana*

| Fuente de variación | GL | 90 días | | | 120 días | | |
|----------------------------|-----|---------|--------|------|----------|--------|------|
| | | CM | Pr(>F) | Sig. | CM | Pr(>F) | Sig. |
| Bioestimulante | 3 | 1,806 | 0,454 | NS | 0,124 | 0,973 | NS |
| Sustratos | 2 | 6,337 | 0,048 | * | 7,625 | 0,010 | * |
| Bioestimulante × Sustratos | 6 | 0,420 | 0,976 | NS | 0,495 | 0,935 | NS |
| Error | 372 | 2,063 | | | 1,636 | | |
| Total | 383 | | | | | | |
| CV (%) | | 0,4430 | | | 0,3901 | | |

GL: Grados de libertad, CM: Cuadrado medio, Pr(>F): Nivel de significancia, *: Significativo, NS: No significativo, CV: Coeficiente de variación

El coeficiente de variación (CV) fue de 44,30% a los 90 días y de 39,01% a los 120 días, lo que sugiere una variabilidad moderada en las mediciones realizadas durante ambos periodos (Tabla 23). Estos valores indican que, aunque las mediciones fueron consistentes dentro de cada periodo, existe una dispersión relativa considerable respecto a la

media, posiblemente influenciada por factores intrínsecos de las plántulas o por las condiciones experimentales.

Por otro lado, aunque las diferencias entre tratamientos no fueron estadísticamente significativas, la comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) señala que los valores más altos en el número de brotes del injerto se observaron en los tratamientos T₉ (30 ml Bioestimulante + Mallki + Suelo Agrícola) y T₁₂ (60 ml Bioestimulante + Mallki + Suelo Agrícola), que alcanzaron promedios de 3,67 (Figura 16A) y 3,71 (Figura 16B) brotes por cada injerto a los 90 y 120 días, respectivamente (Tabla 24). Esto podría sugerir una ligera ventaja en la estimulación del brote del injerto durante el desarrollo de los plantones. Por el contrario, el tratamiento T₂ (0 ml Bioestimulante + YaraMila + Suelo Agrícola) y T₁₀ (60 ml Bioestimulante + Suelo Agrícola) obtuvieron el menor promedio con 2,62 y 2,83 brotes, respectivamente (Tabla 24) (Figura 16).

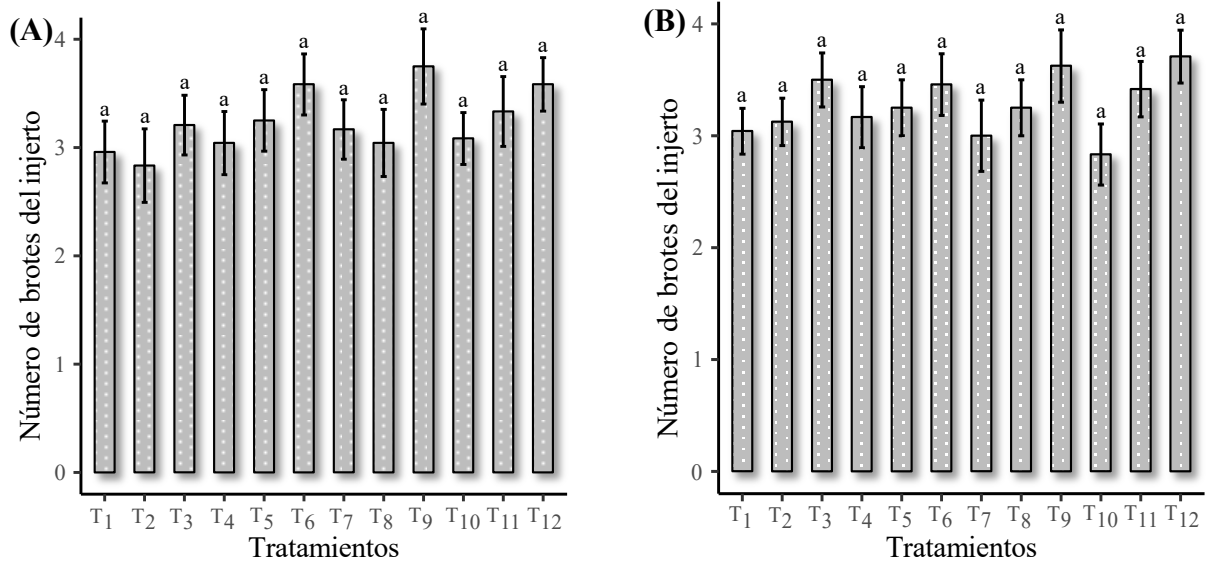
Tabla 24. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) del número de brotes del injerto de *P. americana*

| 90 días | | | 120 días | | |
|-----------------|----------|------|-----------------|----------|------|
| Trat. | Diámetro | | Trat. | Diámetro | |
| | Media | Sig. | | Media | Sig. |
| T ₉ | 3,67 | a | T ₁₂ | 3,71 | a |
| T ₆ | 3,58 | a | T ₉ | 3,63 | a |
| T ₁₂ | 3,42 | a | T ₃ | 3,50 | a |
| T ₁₁ | 3,38 | a | T ₆ | 3,46 | a |
| T ₅ | 3,33 | a | T ₁₁ | 3,42 | a |
| T ₃ | 3,08 | a | T ₅ | 3,25 | a |
| T ₇ | 3,08 | a | T ₈ | 3,25 | a |
| T ₁₀ | 3,00 | a | T ₄ | 3,17 | a |
| T ₄ | 2,96 | a | T ₂ | 3,13 | a |
| T ₈ | 2,83 | a | T ₁ | 3,04 | a |
| T ₁ | 2,71 | a | T ₇ | 3,00 | a |
| T ₂ | 2,62 | a | T ₁₀ | 2,83 | a |

Las medias seguidas de letras diferentes en la columna indican una diferencia significativa entre tratamientos, mediante la prueba paramétrica de Tukey ($p < 0,05$)

Estos resultados son considerablemente inferiores a los reportados por Rodriguez (2022), quien obtuvo un promedio de 10,87 brotes por injerto, y por Tzatzani et al. (2022), cuyos experimentos alcanzaron un promedio de $14,2 \pm 2,108$ brotes por injerto. Esta discrepancia puede atribuirse a diferencias en las condiciones experimentales, como la composición del sustrato, la formulación y dosis de los bioestimulantes, así como las

condiciones climáticas específicas durante el desarrollo de los plantones. Además, es posible que la capacidad de respuesta de los injertos en este experimento estuviera limitada por factores genéticos o fisiológicos que redujeron su potencial de brotación.



Letras diferentes situadas sobre las barras de error indican una diferencia significativa entre tratamientos, mediante la prueba paramétrica de Tukey ($p < 0,05$)

Figura 16. Efecto de los tratamientos en el número de brotes del injerto de *P. americana* (A) evaluación a los 90 días; (B) evaluación a los 120 días

Al comparar el efecto de los sustratos en el número de brotes del injerto de *P. americana*, se observaron que tanto a los 90 días como 120 días el sustrato b₃ compuesto por Suelo + Mallki alcanzaron los mayores promedios con valores de 3,53 y 3,57 brotes por injerto (Tabla 25), respectivamente. Sin embargo, a los 120 días, el sustrato b₃ fue significativamente mayor a los demás sustratos. Esto sugiere que la aplicación Mallki favorece el desarrollo de brotes en etapas más avanzadas, mientras que Suelo parece tener un efecto menos pronunciado en la formación de brotes a largo plazo (Tabla 25).

Tabla 25. Comparación del efecto del sustrato en el número de brotes del injerto de *P. americana*

| 90 días | | | 120 días | | |
|----------------|-------|------|----------------|-------|------|
| Sustrato | Media | Sig. | Sustrato | Media | Sig. |
| b ₃ | 3,53 | a | b ₃ | 3,57 | a |
| b ₂ | 3,11 | a | b ₂ | 3,26 | ab |
| b ₁ | 3,06 | a | b ₁ | 3,01 | b |

Las medias seguidas de letras diferentes en la columna indican una diferencia significativa entre sustratos, mediante la prueba paramétrica de Tukey ($p < 0,05$). b₁: Suelo, b₂: Suelo + YaraMila, b₃: Suelo + Mallki

La Figura 17 muestra el comportamiento del número de brotes del injerto de *P. americana* cada 30 días, evidenciándose que el tratamiento T₂ (0 ml Bioestimulante + YaraMila + Suelo Agrícola) presentó la pendiente más considerable (0,292 días + 2,542, R²=1), lo que indica que fue el tratamiento con la mayor tasa de incremento en el número de brotes. Este resultado sugiere que el uso de una alta dosis de bioestimulante junto a YaraMila™ COMPLEX™ proporcionó condiciones favorables para estimular el crecimiento de nuevos brotes. Esto podría estar relacionado con una mejor disponibilidad de nutrientes, proporcionados por Mallki y YaraMila™ COMPLEX™, y compuestos bioactivos, por Bayfolan Aktivator XL®, que promovieron la actividad meristemática del injerto.

Por otro lado, el tratamiento T₆ (15 ml Bioestimulante + Mallki + Suelo Agrícola) mostró un valor inicial alto de 3,25, pero con una pendiente de 0 días, lo que indica que el número de brotes permaneció constante durante el periodo de evaluación (R²=Na) (Figura 17). Esto sugiere que, aunque la aplicación inicial favoreció la formación de brotes, no hubo un incremento adicional a lo largo del tiempo, probablemente debido a una saturación de los efectos del bioestimulante o una limitación en la disponibilidad de otros factores esenciales para el crecimiento.

En contraste, tratamientos como T₄ (15 ml Bioestimulante + Suelo Agrícola) y T₂ (0 ml Bioestimulante + YaraMila + Suelo Agrícola) presentaron pendientes moderadas de 0,2917 días y 0,2083 días, respectivamente (Figura 17), mostrando un crecimiento más uniforme y sostenido en el número de brotes. Esto indica que las dosis intermedias de Bayfolan Aktivator XL® podrían ser más eficientes para mantener un balance adecuado entre crecimiento inicial y sostenido.

Finalmente, los tratamientos que incluyeron combinaciones más complejas, como T₉ (30 ml Bioestimulante + Mallki + Suelo Agrícola) y T₁₂ (60 ml Bioestimulante + Mallki + Suelo Agrícola) (Figura 17), presentaron un comportamiento más variable, aunque mantuvieron un incremento consistente en el número de brotes, reflejado en pendientes positivas y altos valores de R² (Chaupis, 2022; Zucchetti, 2023)

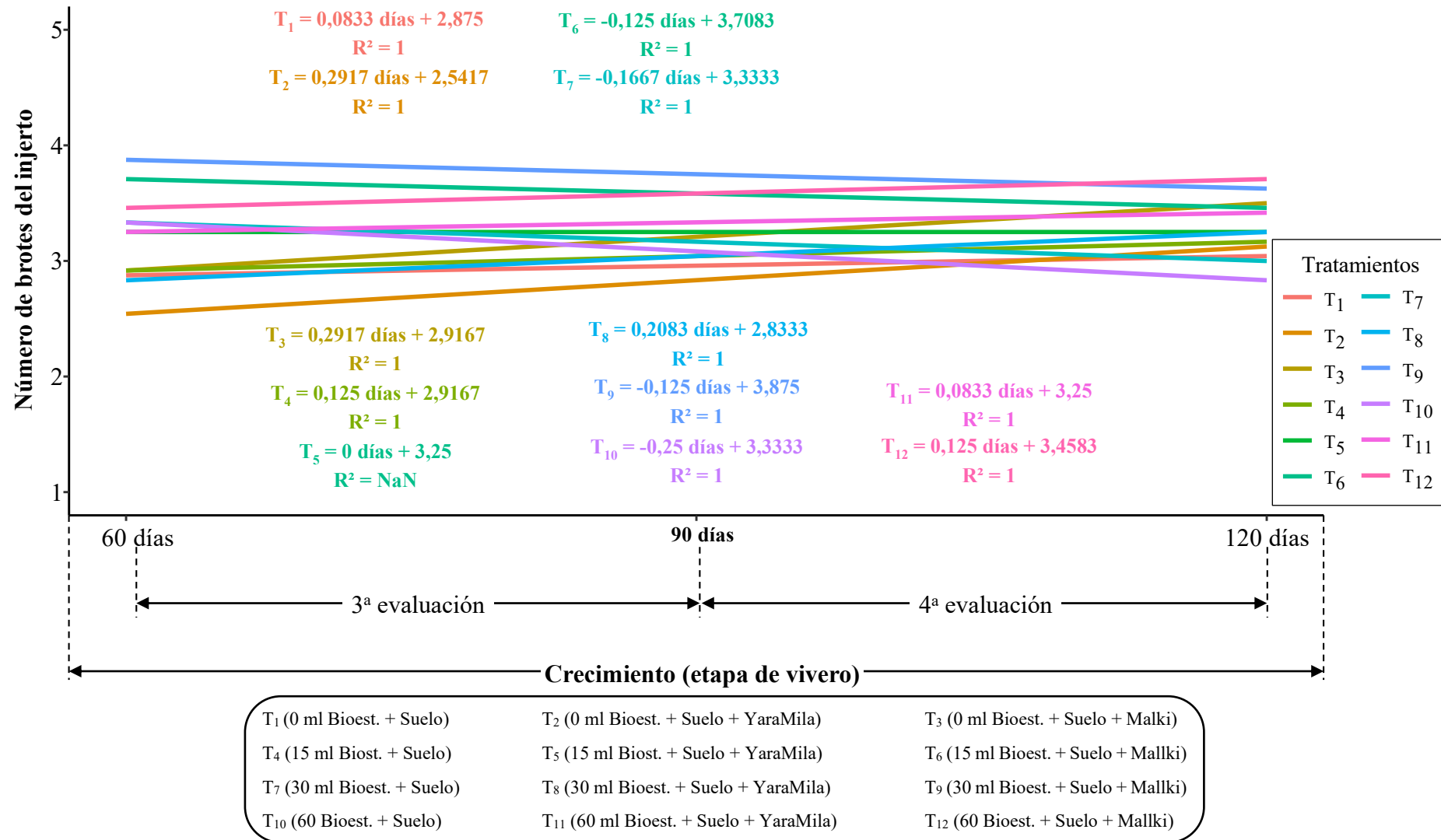


Figura 17. Incremento del número de brotes del injerto de *P. americana* cada 30 días en los tratamientos en estudio

4.1.7. Longitud y volumen radicular

La aplicación del bioestimulante Bayfolan Aktivator XL® y los abonos Mallki y YaraMila™ COMPLEX™, tanto de forma individual como la interacción entre ambos factores evaluados, no mostró efectos estadísticamente significativos sobre el volumen radicular de las plántulas de *P. americana* ($p > 0,05$) (Tabla 26). Por otro lado, la interacción entre bioestimulantes y sustratos sobre la longitud radicular mostró una tendencia hacia la significancia ($p = 0,099$) (Tabla 26), lo que sugiere una posible interacción que podría ser relevante con un mayor tamaño de muestra o bajo otras condiciones experimentales. Sin embargo, de forma individual los factores evaluados no evidencian un efecto estadísticamente significativo ($p > 0,05$) (Tabla 26). Estos resultados no concuerdan con estudios como el de Chaupis (2022) y Rodríguez, (2022), quienes señalaron una respuesta significativa de la longitud y volumen radicular lo que sugiere que el crecimiento de las raíces de las plántulas de *P. americana* dependen en gran medida de las características del sustrato y las condiciones de cultivo, mientras que el efecto de los bioestimulantes puede variar dependiendo de la dosis y su frecuencia de aplicación. Además, la interacción no significativa sugiere que los factores considerados no actuaron sinérgicamente para mejorar las características radiculares en este experimento.

Tabla 26. Análisis de varianza (ANVA) ($\alpha = 0,05$) de la longitud (cm) y volumen (m^3) radicular de las plántulas de *P. americana*

| Fuente de variación | GL | Longitud radicular (cm) | | | Volumen radicular (m^3) | | |
|-----------------------------|----|-------------------------|--------|------|-----------------------------|--------|------|
| | | CM | Pr(>F) | Sig. | CM | Pr(>F) | Sig. |
| Bioestimulantes | 3 | 5,076 | 0,598 | NS | 193,6 | 0,335 | NS |
| Sustratos | 2 | 11,341 | 0,256 | NS | 134,9 | 0,451 | NS |
| Bioestimulantes × Sustratos | 6 | 15,639 | 0,099 | . | 123,8 | 0,615 | NS |
| Error | 36 | 8,006 | | | 165,4 | | |
| Total | 47 | | | | | | |
| CV (%) | | 0,1413885 | | | 0,3389115 | | |

GL: Grados de libertad, CM: Cuadrado medio, Pr(>F): Nivel de significancia, *: Significativo, NS: No significativo, CV: Coeficiente de variación

Por otro lado, el coeficiente de variación (CV) fue de 14,14% para la longitud radicular y 33,89% para el volumen radicular, lo que evidencia una mayor variabilidad en los datos correspondientes al volumen en comparación con la longitud (Tabla 26). Esta diferencia sugiere que, mientras las mediciones de la longitud radicular mostraron mayor consistencia y homogeneidad entre los tratamientos, el volumen radicular presentó una

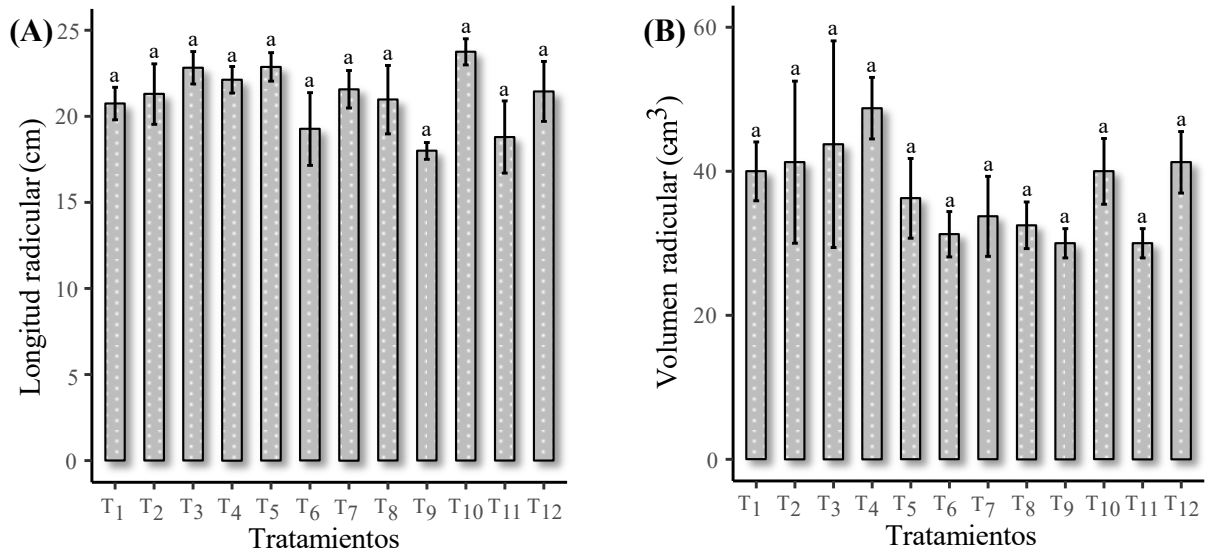
dispersión más alta, posiblemente debido a la influencia de factores específicos como la heterogeneidad en el desarrollo radicular, diferencias en la absorción de nutrientes o el impacto variable de los tratamientos aplicados. Esto podría estar relacionado con la sensibilidad del volumen radicular a pequeñas variaciones en las condiciones del suelo o del entorno de crecimiento, como la disponibilidad de agua y aireación.

La comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) aplicada a la longitud y el volumen radicular de las plántulas de *P. americana* indica que, aunque las diferencias entre tratamientos no fueron estadísticamente significativas, los tratamientos T₁₀ (60 ml Bioestimulante + Suelo Agrícola) y T₄ (15 ml Bioestimulante + Suelo Agrícola) lograron el mayor promedio en la longitud radicular y volumen radicular, alcanzando valores de 23,8 cm (Figura 18A) y 48,8 cm³ (Figura 18B), respectivamente (Tabla 27). Esto sugiere una leve tendencia favorable de estos tratamientos en el desarrollo del sistema radicular de las plántulas. Sin embargo, estos resultados son superiores a los registrados por Chaupis (2022), quien alcanzó una longitud radicular de 27,65 cm y un volumen radicular de 9,73 cm³; de forma similar, Rodríguez, (2022) produjo plántulas con una longitud radicular de 16,4 cm y un volumen radicular de 5,3 cm³. Esto señala que la aplicación de abonos orgánicos podría generar respuestas significativas en el desarrollo radicular de las plántulas de *P. americana*.

Tabla 27. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) de la longitud (cm) y volumen (m³) radicular de las plántulas de *P. americana*

| Trat. | Longitud radicular (cm) | | Trat. | Volumen radicular (cm ³) | |
|-----------------|-------------------------|------|-----------------|--------------------------------------|------|
| | Media | Sig. | | Media | Sig. |
| T ₁₀ | 23,8 | a | T ₄ | 48,8 | a |
| T ₅ | 22,9 | a | T ₃ | 43,8 | a |
| T ₃ | 22,8 | a | T ₁₂ | 41,3 | a |
| T ₄ | 22,1 | a | T ₂ | 41,3 | a |
| T ₇ | 21,6 | a | T ₁ | 40,0 | a |
| T ₁₂ | 21,5 | a | T ₁₀ | 40,0 | a |
| T ₂ | 21,3 | a | T ₅ | 36,3 | a |
| T ₈ | 21,0 | a | T ₇ | 33,8 | a |
| T ₁ | 20,8 | a | T ₈ | 32,5 | a |
| T ₆ | 19,3 | a | T ₆ | 31,3 | a |
| T ₁₁ | 18,8 | a | T ₁₁ | 30,0 | a |
| T ₉ | 18,0 | a | T ₉ | 30,0 | a |

Las medias seguidas de letras diferentes en la columna indican una diferencia significativa entre tratamientos, mediante la prueba paramétrica de Tukey ($p < 0,05$)



Letras diferentes situadas sobre las barras de error indican una diferencia significativa entre tratamientos, mediante la prueba paramétrica de Tukey ($p < 0,05$)

Figura 18. Efecto de los tratamientos en la (A) longitud y (B) volumen radicular de plántulas de *P. americana*

4.1.8. Área foliar

En la Tabla 28 se observa el análisis de varianza (ANVA) del área foliar de los plantones de *P. americana*. Los resultados indican que ninguno de los factores evaluados, como el bioestimulante Bayfolan Aktivator XL® y los abonos Mallki y YaraMila™ COMPLEX™, tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre el área foliar ($p > 0,05$). Este resultado no concuerda con lo señalado con Arellano (2017), Chaupis (2022) y Haileab (2016), quienes reportaron que la aplicación de otros abonos orgánicos producen respuestas significativas sobre el área foliar de las plántulas de *P. americana* bajo condiciones controladas. Esto sugiere que, en este estudio, el área foliar podría estar más influenciada por factores genéticos o por interacciones complejas entre el ambiente y los tratamientos que no se evaluaron en este experimento.

En cuanto al coeficiente de variación (CV) fue de 28,07%, lo que refleja una variabilidad considerable en los datos del área foliar (Tabla 28). Esto podría atribuirse a diferencias individuales en el crecimiento de los plantones, factores ambientales no controlados o a la insuficiencia de los tratamientos para inducir cambios significativos en esta variable (Firgiyanto et al., 2023).

Tabla 28. Análisis de varianza (ANVA) ($\alpha = 0,05$) del área foliar (cm^2) de las plántulas de *P. americana*

| Fuente de variación | GL | SC | CM | Fc | Pr(>F) | Sig. |
|------------------------------------|----|---------|-------|-------|--------|------|
| Bioestimulantes | 3 | 78450 | 26150 | 0,646 | 0,590 | NS |
| Sustratos | 2 | 182329 | 91165 | 2,253 | 0,120 | NS |
| Bioestimulantes \times Sustratos | 6 | 260211 | 43369 | 1,072 | 0,397 | NS |
| Error | 36 | 1456819 | 40467 | | | |
| Total | 47 | 1977809 | | | | |

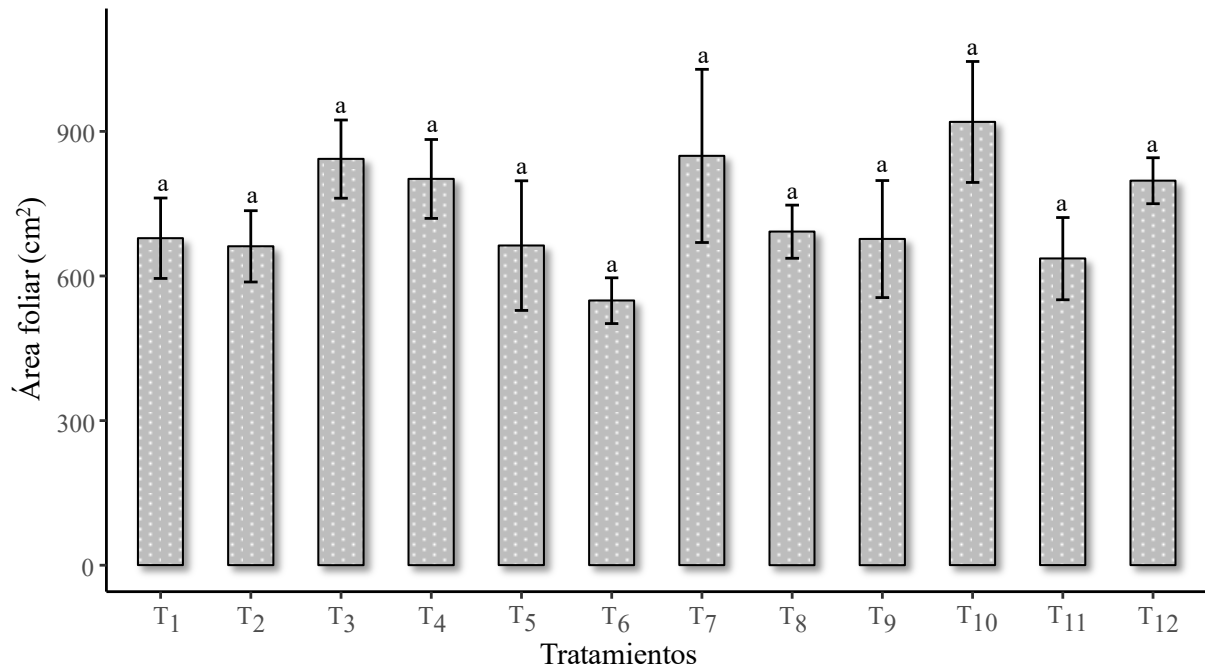
GL: Grados de libertad, CM: Cuadrado medio, Pr(>F): Nivel de significancia, *: Significativo, NS: No significativo, CV: 28,07%

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) aplicada al área foliar de las plántulas de *P. americana* denotan que aun a pesar de que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, el tratamiento T₁₀ (60 ml Bioestimulante + Suelo Agrícola) destacó con la mayor área foliar promedio alcanzando 919,70 cm^2 , seguido por T₇ (849,05 cm^2) y T₃ (842,59 cm^2). Por otro lado, el tratamiento T₆ presentó el valor más bajo (548,76 cm^2) (Tabla 29)(Figura 19). Esto podría sugerir una leve ventaja en términos de desarrollo foliar bajo las condiciones específicas del experimento. En contraste con otros estudios, los resultados fueron superiores a lo indicado por Arellano (2017) y Haileab (2016), quienes produjeron plántulas con un área foliar promedio de 66,78 y 254,14 cm^2 . Sin embargo, no fue suficiente para superar lo reportado por Chaupis (2022), quien alcanzó un promedio de 1170,7 cm^2 .

Tabla 29. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) del área foliar (cm^2) de las plántulas de *P. americana*

| Trat. | Área foliar (cm^2) | |
|-------|-------------------------------|------|
| | Media | Sig. |
| T10 | 919.70 | a |
| T7 | 849.05 | a |
| T3 | 842.59 | a |
| T4 | 801.31 | a |
| T12 | 797.56 | a |
| T8 | 692.04 | a |
| T1 | 678.46 | a |
| T9 | 676.80 | a |
| T5 | 662.99 | a |
| T2 | 661.46 | a |
| T11 | 636.17 | a |
| T6 | 548.76 | a |

Las medias seguidas de letras diferentes en la columna indican una diferencia significativa entre tratamientos, mediante la prueba paramétrica de Tukey ($p < 0,05$)



Letras distintas ubicadas sobre las barras de error denotan diferencias significativas entre los tratamientos, de acuerdo con la prueba de medias ($p < 0,05$)

Figura 19. Efecto de los tratamientos en el área foliar de plántulas de *P. americana*

4.1.9. Peso fresco y seco

La aplicación del bioestimulante Bayfolan Aktivator XL® y su interacción con los abonos Mallki y YaraMila™ COMPLEX™, no mostró efectos estadísticamente significativos sobre el peso fresco y peso seco de las plántulas de *P. americana* ($p > 0,05$) (Tabla 30). Este comportamiento puede sugerir que, aunque los bioestimulantes favorecen ciertos procesos fisiológicos, su influencia no es lo suficientemente marcada para generar diferencias en el peso fresco o seco bajo las condiciones del experimento. Por lo contrario, la acción individual de los sustratos tuvieron un efecto significativo tanto en el peso fresco como en el peso seco ($p < 0,05$) (Tabla 30), evidenciando que el tipo de sustrato influye directamente en la acumulación de biomasa en las plántulas.

Estos resultados coinciden con lo señalado por Chaupis (2022) y Zucchetti (2023), quienes destacaron que las características del sustrato son un factor clave para la acumulación de biomasa, mientras que el uso de bioestimulantes puede depender de otros factores ambientales o de manejo para ser efectivo.

El coeficiente de variación (CV) fue del 24,30 % para el peso fresco y del 28,40 % para el peso seco, lo que refleja una variabilidad moderada en los datos, indicando que las mediciones presentan cierta dispersión en relación con sus respectivos promedios (Tabla 30).

Tabla 30. Análisis de varianza (ANVA) ($\alpha = 0,05$) del peso fresco y seco (g) de las plántulas de *P. americana*

| Fuente de variación | GL | Peso fresco (g) | | | Peso seco (g) | | |
|-----------------------------|----|-----------------|--------|------|---------------|---------|------|
| | | CM | Pr(>F) | Sig. | CM | Pr(>F) | Sig. |
| Bioestimulantes | 3 | 250,1 | 0,570 | NS | 43,29 | 0,390 | NS |
| Sustratos | 2 | 1522,8 | 0,0241 | * | 231,35 | 0,00813 | ** |
| Bioestimulantes × Sustratos | 6 | 679,6 | 0,1175 | NS | 46,63 | 0,37477 | NS |
| Error | 36 | 368,1 | | | 41,94 | | |
| Total | 47 | | | | | | |
| CV (%) | | 0,2429729 | | | 0,2839681 | | |

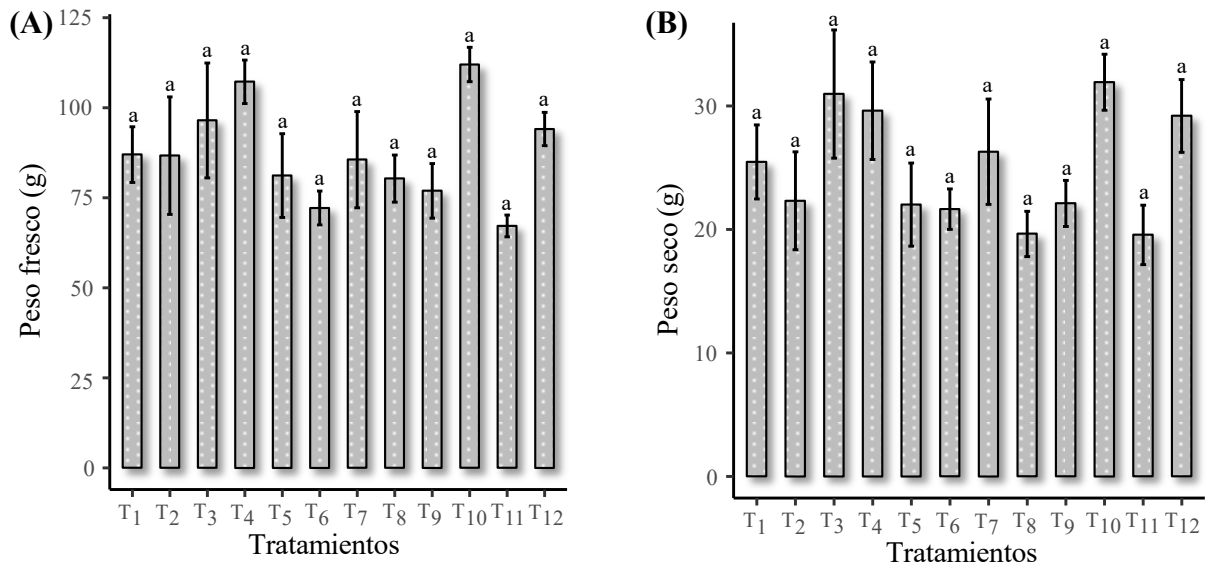
GL: Grados de libertad, CM: Cuadrado medio, Pr(>F): Nivel de significancia, *: Significativo, NS: No significativo, CV: Coeficiente de variación

Por otro lado, la comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) aplicada al peso fresco y seco de plántulas de *P. americana* muestra que, aunque no hubo diferencias significativas, los tratamientos T₁₀ (60 ml Bioestimulante + Suelo Agrícola) y T₄ (15 ml Bioestimulante + Suelo Agrícola) destacaron con los promedios más altos, alcanzando 112 g (Figura 20A) y 48,8 g (Figura 20B), respectivamente. Estos valores superan los registrados por Chaupis (2022) con 29,38 g de peso fresco y 21,43 g de peso seco, y Zucchetti (2023), con 12,5 g y 3,5 g, respectivamente (Tabla 31). Esto sugiere que las condiciones experimentales y las dosis aplicadas favorecieron un mayor desarrollo de la biomasa de las plántulas de *P. americana* en comparación con estudios previos.

Tabla 31. Prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) del peso fresco y seco (g) de las plántulas de *P. americana*

| Trat. | Peso fresco (g) | | Trat. | Peso seco (g) | |
|-------|-----------------|------|-------|---------------|------|
| | Media | Sig. | | Media | Sig. |
| T10 | 112,0 | a | T4 | 48,8 | a |
| T4 | 107,3 | a | T3 | 43,8 | a |
| T3 | 96,5 | a | T12 | 41,3 | a |
| T12 | 94,1 | a | T2 | 41,3 | a |
| T1 | 87,0 | a | T1 | 40,0 | a |
| T2 | 86,8 | a | T10 | 40,0 | a |
| T7 | 85,6 | a | T5 | 36,3 | a |
| T5 | 81,2 | a | T7 | 33,8 | a |
| T8 | 80,4 | a | T8 | 32,5 | a |
| T9 | 77,0 | a | T6 | 31,3 | a |
| T6 | 72,2 | a | T11 | 30,0 | a |
| T11 | 67,2 | a | T9 | 30,0 | a |

Las medias seguidas de letras diferentes en la columna indican una diferencia significativa entre tratamientos, mediante la prueba paramétrica de Tukey ($p < 0,05$)



Letras diferentes situadas sobre las barras de error indican una diferencia significativa entre tratamientos, mediante la prueba paramétrica de Tukey ($p < 0,05$)

Figura 20. Efecto de los tratamientos en el (A) peso fresco y (B) seco de plántulas de *P. americana*

Al comparar el efecto de los sustratos en el peso fresco y seco de las plántulas de *P. americana*, se observaron que la dosis b_1 que no incluye abonos como Mallki y YaraMila™ COMPLEX™ presentó el mayor valor, con 98,0 y 28,3 g en el peso fresco y peso seco, respectivamente (Tabla 32). Esto indica que el sustrato compuesto solo por suelo agrícola favorece un mayor desarrollo de peso fresco en las plántulas en comparación con los otros sustratos.

Tabla 32. Comparación del efecto del sustrato en el peso fresco y seco (g) de las plántulas de *P. americana*

| Peso fresco (g) | | | Peso seco (g) | | |
|-----------------|-------|------|---------------|-------|------|
| Sustrato | Media | Sig. | Sustrato | Media | Sig. |
| b_1 | 98,0 | a | b_1 | 28,3 | a |
| b_3 | 84,9 | ab | b_3 | 26,0 | ab |
| b_2 | 78,9 | b | b_2 | 20,9 | b |

Las medias seguidas de letras diferentes en la columna indican una diferencia significativa entre sustratos, mediante la prueba paramétrica de Tukey ($p < 0,05$). b_1 : Suelo, b_2 : Suelo + YaraMila, b_3 : Suelo + Mallki

4.2. Caracterización de las propiedades fisicoquímicas de los sustratos elaborados a partir de dos fuentes de abonos orgánicos e inorgánicos para la producción de plántulas mejoradas de *P. americana*

La Tabla 33 presenta los resultados fisicoquímicos finales de los sustratos empleados en los diferentes tratamientos, los cuales fueron enriquecidos con abonos orgánicos (Mallki) e inorgánicos (YaraMila™ COMPLEX™). Todos los tratamientos muestran una textura de franco arenoso, lo cual es beneficioso para la aireación y drenaje del suelo, aunque podría requerir mejoras en la capacidad de retención de agua y nutrientes. De manera similar Tzatzani et al. (2022) indicó que el sustrato empleado tuvo una textura franco arenosa al presentar un 47,3% de arena, 31,6 de limo y 21,1% de arcilla, lo que señala que estos suelos presentan una capacidad de campo del 28% y un punto de marchitez permanente de 14%.

El pH inicial del suelo fue de 7,3, situándose dentro del rango ligeramente alcalino. Luego de la aplicación de las enmiendas, el pH del suelo tiende a reducirse ligeramente oscilando entre 6,29 y 7,04 (Tabla 33). Estos resultados se encuentran por debajo de lo indicado por Tzatzani et al. (2022), quienes reportaron un pH de 7,54; sin embargo son cercanos al neutro, lo cual es favorable para la mayoría de los cultivos. El sustrato del tratamiento T₂ mostró el valor de pH más bajo con un valor de 6,29 (Tabla 33), lo que podría atribuirse directamente a la aplicación de YaraMila™ COMPLEX™, que suele acidificar el suelo. Esto coincide con Haileab (2016), que reportó un pH de 6,55, esto señala que el pH alcanzado puede favorecer la disponibilidad de algunos micronutrientes, en suelos ligeramente ácidos.

El contenido de materia orgánica (MO) inicial fue 2,64 %, aumentando en todos los tratamientos, con valores finales que oscilan entre 2,759 % y 4,738 %. El tratamiento T₁ (0 ml Bioestimulante + Suelo Agrícola), que no incluyó fertilizantes ni enmiendas adicionales, presentó el mayor contenido de MO, alcanzando 4,738 % (Tabla 33). Este resultado no coincide con Tzatzani et al. (2022), quienes registraron un contenido de MO de 1,88%, debido a que solo aplicaron 0,2 kg/planta de Terra Insecta®, lo que sugiere que la adición de enmiendas por sí solas no podrían haber contribuido a mejorar la estabilidad del carbono orgánico en el suelo.

Los tratamientos que incluyeron YaraMila™ COMPLEX™ (T₂, T₅, T₈, T₁₁) mostraron los mayores incrementos en el contenido de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en el suelo. El sustrato correspondiente al tratamiento T₁₁ (60 ml Bioestimulante + YaraMila + Suelo Agrícola) alcanzó un contenido de 0,183% de N y 221,678 ppm de K (Tabla 33), valores que encuentran por debajo de lo señalado por Haileab (2016), quien reportó 0,46 % de N y 5,06 ppm de P, y por Arellano (2017), que obtuvo 0,5275% de N. Asimismo, Chaupis (2022) logró alcanzar hasta el 1,78 % de N, lo que sugiere que la aplicación de abonos orgánicos producidos

a partir de restos vegetales como cáscaras de café y cacao junto con estiércol de granja, tienen un efecto superior en el incremento de N y K en el suelo, a comparación con abonos inorgánicos como YaraMila™ COMPLEX™. Por otro lado, el sustrato del tratamiento T₂ (0 ml Bioestimulante + YaraMila + Suelo Agrícola) presentó el mayor valor de P disponible, alcanzando 9,344 ppm (Tabla 33). Este valor no solo fue el más alto entre los tratamientos aplicados en el estudio, sino que también superó lo reportado por Chaupis (2022), quien alcanzó 5,66 ppm de P, y Haileab (2016), que obtuvo 140,4 ppm de P. Esto evidencia que YaraMila™ COMPLEX™ contribuye significativamente al aumento de P en el suelo debido a que su formulación incluye un 9,0% de P asimilable. Este tipo de fósforo se activa por los exudados de las raíces, lo que incrementa su disponibilidad en momentos críticos para las plantas (Yarecuador, 2023).

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) de los sustratos oscilo entre 7,728 y 9,171 Cmol(+)/kg, registrados en los tratamientos T₁₂ y T₁, respectivamente. Sin embargo, estos valores se encuentran por debajo de los reportado por Chaupis (2022) y Haileab (2016), quienes registraron un CIC de 75,05 y 40,54 Cmol(+)/kg, respectivamente (Tabla 33). Esto sugiere que los sustratos evaluados presentan una menor fertilidad debido a que solo se aplicó 5 g de Mallki y YaraMila™ COMPLEX™ comparado con la aplicación de abonos producidos a partir de estiércol de granja en proporción de 2:1 y el 30% de cascarilla de cacao lo que proporciona una mayor cantidad de materia orgánica al suelo y por ende una mayor CIC (Haileab, 2016).

Entre los cationes cambiables, el calcio (Ca) disminuyó hasta 6,255 Cmol(+)/kg en el tratamiento T₂, y alcanzó niveles más altos en T₆ (7,622 Cmol(+)/kg) y T₄ (7,605 Cmol(+)/kg) (Tabla 33) coincidiendo con Arellano (2017) quien obtuvo 6,65 Cmol(+)/kg de Ca. Sin embargo, estos resultados son menores a lo señalado por Chaupis (2022) que alcanzó 9,75 Cmol(+)/kg de Ca, lo que muestra que los abonos orgánicos como Mallki contribuyen a mantener un nivel estable de calcio cambiabile en el suelo. Asimismo, el tratamiento T₁ presentó la mayor cantidad de magnesio (Mg) con un valor de 0,857 Cmol(+)/kg, valor que no concuerda con Chaupis (2022) quien registró hasta 1,27 Cmol(+)/kg de Mg. En cuanto al potasio (K) cambiabile, se encontró un mayor nivel en el tratamiento T₅ (0,684 Cmol(+)/kg), este valor fue superior a lo reportado por Chaupis (2022) quien obtuvo 0,48 Cmol(+)/kg de K. Por otro lado, el tratamiento T₁ mostró la mayor cantidad de sodio (Na) cambiabile con un valor de 0,183 Cmol(+)/kg (Tabla 33), resultado que no coincide con lo encontrado por Arellano (2017), quien alcanzo hasta 17,61 Cmol(+)/kg de Na. Estos resultados sugieren que al aplicar abonos como el Mallki y YaraMila™ COMPLEX™ se mantiene estable la cantidad de los cationes cambiabiles sin afectar la salinidad del suelo.

Tabla 33. Análisis fisicoquímico final de los sustratos compuestos por dos tipos de abonos orgánico e inorgánico

| Tratamiento | Textura | pH (1:1) | MO % | N | P K | | CIC | Ca | Mg | K | Na | |
|------------------------|-----------------|----------------|---------|-------|-------------------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | | disponible ppm | | | | | | | |
| Cambiabiles Cmol(+)/kg | | | | | | | | | | | | |
| Análisis inicial | Franco | 7,3 | 2,640 | 0,132 | 9,344 | 155,932 | 8,402 | 6,700 | 1,079 | 0,523 | 0,101 | |
| Análisis final | T ₁ | Franco arenoso | 6,78 | 4,738 | 0,237 | 89,540 | 158,368 | 9,171 | 7,404 | 1,241 | 0,344 | 0,183 |
| | T ₂ | Franco arenoso | 6,29 | 3,598 | 0,180 | 95,719 | 189,579 | 7,924 | 6,255 | 0,898 | 0,612 | 0,159 |
| | T ₃ | Franco arenoso | 6,63 | 3,238 | 0,162 | 75,518 | 181,133 | 9,036 | 7,303 | 1,136 | 0,476 | 0,12 |
| | T ₄ | Franco arenoso | 6,89 | 3,538 | 0,177 | 79,023 | 174,074 | 9,141 | 7,605 | 1,045 | 0,369 | 0,123 |
| | T ₅ | Franco arenoso | 6,67 | 3,238 | 0,162 | 87,262 | 211,632 | 8,601 | 6,888 | 0,917 | 0,684 | 0,112 |
| | T ₆ | Franco arenoso | 7,02 | 3,358 | 0,168 | 51,548 | 153,808 | 8,978 | 7,622 | 0,923 | 0,323 | 0,11 |
| | T ₇ | Franco arenoso | 7,04 | 3,538 | 0,177 | 95,281 | 178,847 | 9,142 | 7,520 | 1,163 | 0,357 | 0,102 |
| | T ₈ | Franco arenoso | 6,81 | 2,879 | 0,144 | 86,429 | 210,883 | 9,066 | 7,275 | 1,016 | 0,665 | 0,108 |
| | T ₉ | Franco arenoso | 6,93 | 3,119 | 0,156 | 73,108 | 174,161 | 8,836 | 7,299 | 0,983 | 0,440 | 0,113 |
| | T ₁₀ | Franco arenoso | 6,92 | 3,238 | 0,162 | 86,342 | 150,022 | 8,583 | 7,183 | 1,072 | 0,226 | 0,102 |
| | T ₁₁ | Franco arenoso | 6,71 | 3,658 | 0,183 | 94,361 | 221,678 | 8,635 | 6,846 | 0,999 | 0,678 | 0,113 |
| | T ₁₂ | Franco arenoso | 6,67 | 2,759 | 0,138 | 74,685 | 170,163 | 7,728 | 6,357 | 0,857 | 0,408 | 0,106 |

Leyenda:

- T₁: 0 ml/20 L + Suelo
- T₂: 0 ml/20 L + Suelo + YaraMila COMPLEX
- T₃: 0 ml/20 L + Suelo + Mallki
- T₄: 15 ml/20 L + Suelo
- T₅: 15 ml/20 L + Suelo + YaraMila COMPLEX
- T₆: 15 ml/20 L + Suelo + Mallki
- T₇: 30 ml/20 L + Suelo
- T₈: 30 ml/20 L + Suelo + YaraMila COMPLEX
- T₉: 30 ml/20 L + Suelo + Mallki
- T₁₀: 60 ml/20 L + Suelo
- T₁₁: 60 ml/20 L + Suelo + YaraMila COMPLEX
- T₁₂: 60 ml/20 L + Suelo + Mallki

4.3. Determinación de la relación beneficio-costo del uso de un bioestimulante y dos fuentes de abonos orgánicas e inorgánicas en plántulas mejoradas de *P. americana*

El análisis de rentabilidad de la producción de plántulas de *P. americana* (Tabla 34) demuestra que la implementación de tratamientos específicos impacta significativamente en la relación Beneficio-Costo (B/C) y el Índice de Rentabilidad (IR). Los tratamientos que generaron una mayor utilidad como T₁ (0 ml Bioestimulante + Suelo Agrícola), T₂ (0 ml Bioestimulante + YaraMila + Suelo Agrícola) y T₃ (0 ml Bioestimulante + Malki + Suelo Agrícola) con ingresos de S/ 3973,50; S/ 3963,50 y S/ 3971,10, los cuales generaron un B/C de 5,81; 5,74 y 5,79 soles, teniendo un retorno de 4,81; 4,74 y 4,79 soles por cada sol invertido como lo indica el IR (Zucchetti, 2023). Cabe resaltar, que los resultados obtenidos en estos tratamientos, se deben a que no hubo aplicación del bioestimulante en ellos, por lo tanto, no se generó costo alguno en este concepto. Asimismo, el análisis se realizó teniendo en cuenta que las plántulas de *P. americana* producidas en todos los tratamientos se vendieron a S/ 12.

Estos resultados no fueron similares a lo reportado por Chaupis (2022) que obtuvo un B/C máximo de 2,53 y un retorno de 1,53 nuevos soles, esto se debe a que solo analizó la producción de 32 plántulas que fueron vendidas a S/ 6 cada una. Asimismo, Rojas (2018) solo obtuvo un retorno de 1,31 nuevos soles. Sin embargo, si concuerdan con lo indicado por Zucchetti (2023) que obtuvo un B/C de S/4,56 y un retorno de S/ 3,56 por cada nuevo sol invertido, no obstante, solo produjo 64 plántulas por tratamiento.

Por otro lado, los tratamientos como T₁₁ (60 ml Bioestimulante + YaraMila + Suelo Agrícola) y T₁₂ (60 ml Bioestimulante + Mallki + Suelo Agrícola), mostraron los índices de rentabilidad más bajos con valores de 3,87 y 3,90, respectivamente (Tabla 34). No obstante, estos resultados son superiores a 1 lo que señala que la inversión es aceptable, por ende, la aplicación del bioestimulante junto a abonos orgánicos e inorgánicos como el Mallki y YaraMila representan una inversión que puede proporcionar un beneficio económicamente aceptable además de favorecer en el desarrollo de plántulas de *P. americana* de alta calidad (Chaupis, 2022; Zucchetti, 2023).

Por lo antes expuesto, para maximizar la rentabilidad de la producción de plántulas de *P. americana*, los resultados destacan que tratamientos como T₁ y T₃ son opciones viables en términos de beneficio-costo. Sin embargo, para decidir el mejor tratamiento se debe tener en cuenta el efecto que tuvo sobre los parámetros biométricos de las plántulas de *P. americana* durante los periodos evaluados.

Tabla 34. Análisis de rentabilidad de la producción de plántulas de *P. americana* para una hectárea

| Trat. | A | | | | | | | | | | | B | C | D | E | F | G |
|-----------------|----|-----|----|-----|-----|-----|----|-------|-----|------|--------|----------------|---------|-------|----------|-------|------|
| | PT | CV | YM | Mki | MS | LIB | R | Mo | S | Byl | CM y F | C. Total (S/.) | Plantas | I. B. | U. (S/.) | I. R. | B/C |
| T ₁ | 4 | 150 | 0 | 0 | 0,5 | 40 | 20 | 154,5 | 600 | 0 | 12 | 826,5 | 400 | 4800 | 3973,5 | 4,81 | 5,81 |
| T ₂ | 4 | 150 | 10 | 0 | 0,5 | 40 | 20 | 154,5 | 600 | 0 | 12 | 836,5 | 400 | 4800 | 3963,5 | 4,74 | 5,74 |
| T ₃ | 4 | 150 | 0 | 2,4 | 0,5 | 40 | 20 | 154,5 | 600 | 0 | 12 | 828,9 | 400 | 4800 | 3971,1 | 4,79 | 5,79 |
| T ₄ | 4 | 150 | 0 | 0 | 0,5 | 40 | 20 | 154,5 | 600 | 37,5 | 12 | 864,0 | 400 | 4800 | 3936,0 | 4,56 | 5,56 |
| T ₅ | 4 | 150 | 10 | 0 | 0,5 | 40 | 20 | 154,5 | 600 | 37,5 | 12 | 874,0 | 400 | 4800 | 3926,0 | 4,49 | 5,49 |
| T ₆ | 4 | 150 | 0 | 2,4 | 0,5 | 40 | 20 | 154,5 | 600 | 37,5 | 12 | 866,4 | 400 | 4800 | 3933,6 | 4,54 | 5,54 |
| T ₇ | 4 | 150 | 0 | 0 | 0,5 | 40 | 20 | 154,5 | 600 | 75 | 12 | 901,5 | 400 | 4800 | 3898,5 | 4,32 | 5,32 |
| T ₈ | 4 | 150 | 10 | 0 | 0,5 | 40 | 20 | 154,5 | 600 | 75 | 12 | 911,5 | 400 | 4800 | 3888,5 | 4,27 | 5,27 |
| T ₉ | 4 | 150 | 0 | 2,4 | 0,5 | 40 | 20 | 154,5 | 600 | 75 | 12 | 903,9 | 400 | 4800 | 3896,1 | 4,31 | 5,31 |
| T ₁₀ | 4 | 150 | 0 | 0 | 0,5 | 40 | 20 | 154,5 | 600 | 150 | 12 | 976,5 | 400 | 4800 | 3823,5 | 3,92 | 4,92 |
| T ₁₁ | 4 | 150 | 10 | 0 | 0,5 | 40 | 20 | 154,5 | 600 | 150 | 12 | 986,5 | 400 | 4800 | 3813,5 | 3,87 | 4,87 |
| T ₁₂ | 4 | 150 | 0 | 2,4 | 0,5 | 40 | 20 | 154,5 | 600 | 150 | 12 | 978,9 | 400 | 4800 | 3821,1 | 3,90 | 4,90 |

PT: Preparación del terreno LIB: Llenado de bolsas CM y F: Control de malezas y fitosanitario Precio por planta: S/ 12.00
CV: Construcción del vivero R: Repique C. T: Costo total B = A
YM: YaraMila Mo: Mano de obra IB: Ingreso Bruto D = C * 12
Mki: Mallki S: Semilla U: Utilidad E = D - B
MS: Mezcla de sustrato Byl: Baylofan IR: Índice de rentabilidad F = E/B
B/C: Beneficio/Costo G = D/B

V. CONCLUSIONES

1. La aplicación del bioestimulante Bayfolan Aktivator XL® tuvo efectos significativos sobre la altura, diámetro y número de hojas del portainjerto de *P. americana* Mill, siendo los mejores tratamientos T10 (60 ml Bioestimulante + Suelo Agrícola), T6 (15 ml Bioestimulante + Mallki + Suelo Agrícola) y T12 (60 ml Bioestimulante + Mallki + Suelo Agrícola), respectivamente.
2. Los sustratos que incluyeron Mallki y YaraMila™ COMPLEX™ tuvieron un efecto significativo sobre el número de brotes del injerto de *P. americana* Mill, siendo los mejores tratamientos el T9 (30 ml Bioestimulante + Mallki + Suelo Agrícola) y T12 (60 ml Bioestimulante + Mallki + Suelo Agrícola).
3. El efecto de la aplicación del bioestimulante Bayfolan Aktivator XL® y los abonos Mallki y YaraMila™ COMPLEX™, de forma individual como la interacción entre ellos, no tuvo efecto alguno sobre la altura y diámetro del injerto, así como en la longitud radicular, volumen radicular, área foliar, peso fresco y peso seco de las plántulas de *P. americana* Mill.
4. Las propiedades fisicoquímicas de los sustratos evaluados presentaron una textura franco arenosa, favorable para la aireación y drenaje. El pH, que osciló entre 6,29 y 7,04, se mantuvo cerca del nivel neutro, favoreciendo la disponibilidad de nutrientes. Los tratamientos con YaraMila™ COMPLEX™ (T₂, T₅, T₈, T₁₁) incrementaron significativamente los niveles de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), mientras que Mallki mejoró el contenido de materia orgánica (MO). Además, los abonos aplicados contribuyen a mantener niveles equilibrados de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y de cationes cambiabiles, favoreciendo la disponibilidad de nutrientes sin aumentar significativamente la salinidad del suelo.
5. Los tratamientos sin la aplicación de bioestimulantes como T₁ (0 ml Bioestimulante + Suelo Agrícola), T₂ (0 ml Bioestimulante + YaraMila + Suelo Agrícola) y T₃ (0 ml Bioestimulante + Mallki + Suelo Agrícola) son los más rentables para la producción de plántulas mejoradas de *P. americana*, con índices de rentabilidad superiores a 5 y un beneficio-costos con un retorno de más de 4 soles por cada sol invertido.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Optimizar la dosis y combinación de bioestimulante Bayfolan Aktivator XL® y sustratos en los tratamientos T₁₀, T₆ y T₁₂ para maximizar el crecimiento del portainjerto de *P. americana* Mill en futuras investigaciones.
2. Explorar variaciones adicionales en la dosis de Mallki y YaraMila™ COMPLEX™ en combinación con el bioestimulante para potenciar el número de brotes del injerto de *P. americana* Mill.
3. Investigar nuevas interacciones entre bioestimulantes, Mallki y YaraMila™ COMPLEX™ que puedan influir en características como la altura, diámetro del injerto, y parámetros radiculares y foliares.
4. Mejorar la formulación de sustratos, incorporando diferentes combinaciones de abonos orgánicos e inorgánicos para optimizar el pH, CIC y la disponibilidad de nutrientes en la producción de plántulas.
5. Promover el uso de tratamientos sin bioestimulantes, como T1, T2 y T3, en sistemas de producción de plántulas de *P. americana* para obtener mayores beneficios económicos.

VII.REFERENCIAS

- Alcantara, J., Acero, J., Alcántara, J., & Sánchez, R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova*, 17(32), 109–129. <https://doi.org/10.22490/24629448.3639>
- Arellano, L. (2017). Efecto de abonos orgánicos en el crecimiento en vivero de aguacates nativos de Ometepec y Tlacoachistlahuaca, Guerrero [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Guerrero]. In *Repositorio Institucional de Ciencia Abierta*. <http://ri.uagro.mx/handle/uagro/701>
- Bernal, J., Díaz, C., Builes, S., Caicedo, A., Carabalí, A., Casamitjana, M., Córdoba, Ó., Duque, M., Forero, F., Londoño, M., Londoño, M., García, J., Kondo, T., Osorio, N., Rodríguez, G., Rodríguez-León, A., Rondón, T., Ruiz, D., Sandoval, A., ... Vega, C. (2020). *Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate (AGROSAVIA)*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403831>
- Bernal, J., Díaz, C., Tamayo, A., Córdoba, O., Londoño, M., Tamayo, P., & Londoño, M. (2008). *Tecnología para el Cultivo del Aguacate* (CORPOICA (ed.)). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/17255>
- Campos, E., Ayala, J., Agustín, J., & De la Cruz, M. (2012). Propagación de aguacate. *Secretaría De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca Y Alimentación*, 1–56. <https://acortar.link/kbOj05>
- Castro, M., Fassio, C., & Darrouy, N. (2008). Portainjertos de aguacate en Chile. *Horticultura Internacional*, 42–46. <https://acortar.link/SiWJWu>
- Chaupis, S. (2022). Tipos y dosis de residuos orgánicos agroindustriales en la obtención de patrones de Persea americana (palto) en dos tipos de suelos [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. In *Repositorio Institucional UNAS*. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2389>
- Collao, Y. (1998). Estimación de los requerimientos hídricos en vivero de paltos injertados (Persea americana Mill.) cv. Hass. [Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Valparaíso]. In *Repositorio Institucional PUV*. <https://acortar.link/trHYKa>
- Costa, A., Decarlos, A., Ramos, J., & Borges, D. (2011). Alternativas para adubação de porta-enxertos de abacateiro “quintal” e seu efeito no pegamento de enxertia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33(4), 1283–1293. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000400029>

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2015). El cultivo del aguacate (*Persea americana* Miller.), fruta de extraordinarias propiedades alimenticias, curativas e industriales (Primera parte). *Boletín Mensual: Insumos y Factores Asociados a La Producción Agropecuaria*, 40, 79. <https://acortar.link/Yz5ays>
- Ecuacuímica. (2020). *Bioestimulante a base de extractos de algas marinas de Noruega*. 1. <https://acortar.link/jaxZut>
- Estrada, M. (2014). *Guía para el manejo integrado del aguacate en altas densidades en el estado de Guerrero*.
- Firgiyanto, R., Rohman, F., Siswadi, E., Dinata, G., & Fajar, R. (2023). Respon Pertumbuhan Bibit Alpukat terhadap Pemberian Pupuk Kandang Sapi dan NPK. *Agropross : National Conference Proceedings of Agriculture*, 433–440. <https://doi.org/10.25047/agropross.2023.514>
- García, M. (2010). Rendimientos y rentabilidad del cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) Tommy Atkins y zapallo (*Cucurbita moschata*) en asocio como una alternativa agroforestal en Divisa, Panamá. *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza*. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/5652>
- Haileab, A. (2016). Growth, dry matter production of avocado (*Persea americana* Mill.) seedlings and soil physicochemical properties as affected by organic and inorganic nutrient sources. *An Asian Journal of Soil Science*, 11(2), 258–268. <https://doi.org/10.15740/HAS/AJSS/11.2/258-268>
- Hartmann, H., & Kester, D. (1981). *Propagación de plantas. Principios y prácticas* (CECSA (ed.)).
- Hernandez, J. (2008). *Manual para el cultivo del Palto* (INICTEL-UN). <https://acortar.link/ZsLuG1>
- Lemus-Soriano, B., Venegas González, E., & Pérez López, M. (2021). Efecto de bioestimulantes radiculares sobre el crecimiento en plantas de aguacate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(6), 1139–1144. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i6.2725>
- Lemus, G., Gil, P., Maldonado, P., Barrera, C., Ferreyra, R., Sepúlveda, P., Toledo, C., & Celedón, J. (2012). *El cultivo de palto* (Boletín IN). <https://acortar.link/DeJojH>
- Martínez, L., Maqueira, L., Nápoles, M., & Núñez, M. (2017). Efecto de bioestimulantes en el rendimiento de dos cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Biofertilizados. *Cultivos Tropicales*, 38(2), 113–118. <https://acortar.link/smfLFd>
- Medina, C. (2014). *Injertos de púa en frutales de hueso y pepita, manual*. Servicio Técnico de

Agricultura y desarrollo rural.

- Medina, & Perdomo, A. (2013). Injertos de púa en frutales de hueso y pepita. *Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural Del Cabildo Insular de Tenerife*, 8. <https://acortar.link/XqY8v0>
- Mejía, A. (2009). Manual técnico cultivo de aguacate. *Ica & Aproare Sat*, 1–31. <https://bit.ly/3ZHl3dr>
- Montoya, P. (2017). Ficha técnica de producto Mallki Fúlvico. *San Fernando*, 4. <https://acortar.link/8wcwoQ>
- Mora, J., & Acuña, J. (2015). Curso producción de aguacate de bajura. In *Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria*. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/20208>
- Quiroz, A. (2018). Influencia en el rendimiento y calibres de tres patrones (Ashdot, Deganya, Ferchild) sobre una misma variedad en Palto - Hass (Persea americana Mill) [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. In *Repositorio Institucional UNPRG*. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/4760>
- Rodriguez, N. (2022). Evaluación de sustratos y dosis de Root-Hor en el enraizamiento estacas de Persea americana (palto) en Tingo María [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. In *Repositorio Institucional UNAS*. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2342>
- Rojas, E. (2018). Aplicación de bioestimulantes foliares sobre el rendimiento y calidad de fruto de Palto (Persea americana Mill), variedad fuerte en el valle de Cieneguillo Sur, Piura [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Piura]. In *Repositorio UNP*. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1265>
- Rosas, N. (2019). Manejo integrado de técnicas poscosecha y emergentes para la obtención de productos con valor agregado de aguacate ‘Hass’ y ‘Carmen Hass’ [Tesis de Doctorado, Intitución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas]. In *Repositorio Institucional CP*. <https://acortar.link/wy20Tz>
- Tarazona, L. (2017). Comparativo de diez variedades de palto (Persea americana Mill) sobre patrón mexicano “topa topa” a nivel de vivero en Tingo María. In *Repositorio Institucional UNAS*. <https://acortar.link/6NR2Q1>
- Tejada, F. F. M. (2017). Evaluación de métodos de injertación para la propagación de guanábana (*Annona muricata*, L. Annonaceae) [Tesis de Pregrado, Universidad Rafael Landívar]. In *Respositorio Institucional URL*. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2017/06/17/Miranda-Felton.pdf>

- Tzatzani, T., Psarras, G., Scuderi, D., Kokolakis, E., & Papadakis, I. (2022). Effect of Organic Fertilizers on Avocado Trees (Cvs. Fuerte, Hass, Lamb Hass) in Western Crete, a Cool Subtropical Region. *Sustainability*, 14(19), 12221. <https://doi.org/10.3390/su141912221>
- Unaicho, N. (2014). Evaluación de prendimiento de injerto del cacao trinitario (*Theobroma cacao*) utilizando la influencia lunar en el cantón Pujili año 2012-2013. In *Repositorio Institucional UTC*. Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Vílchez, 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 - 2016 [Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes]. In *Red de Repositorios Latinoamericanos*. <https://acortar.link/q66vY1>
- Whitsell, R. (1989). *Propagating Avocados: Principles and Techniques of Nursery and Field Grafting*. University of California. <https://acortar.link/ySKC4i>
- Yarecuador. (2023). *Ficha tecnica de YaraMila™ COMPLEX™*. 1. <https://acortar.link/koSYZb>
- Yupanqui, M. V. G. (2013). Evaluación de tres patrones en el cultivo de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* cav. Sendtn) [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. In *Repositorio Universidad Técnica de Ambato*. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/6492>
- Zucchetti, 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]. In *Repositorio Institucional UNAS*. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2674>

ANEXOS

Tabla 35. Descriptivos de la altura (cm) del portainjerto de *P. americana* a los 30 días de evaluación

| Trat. | n | Media | DE | Mín. | Q1 | Mediana | Q3 | Máx. |
|--------------|----------|--------------|-----------|-------------|-----------|----------------|-----------|-------------|
| T1 | 32 | 59,03 | 8,02 | 46 | 53 | 58,5 | 62 | 79 |
| T2 | 32 | 58 | 7,16 | 33 | 55 | 57 | 61,25 | 70 |
| T3 | 32 | 57,62 | 9,11 | 38 | 51,5 | 57 | 62,75 | 79 |
| T4 | 32 | 62,72 | 9,44 | 49 | 56 | 60,5 | 67,25 | 88 |
| T5 | 32 | 62,22 | 8,68 | 45 | 55,75 | 60 | 69 | 79 |
| T6 | 32 | 63,91 | 7,24 | 51 | 59 | 62 | 69 | 79 |
| T7 | 32 | 59,91 | 9,87 | 40 | 53 | 61,5 | 66 | 83 |
| T8 | 32 | 61,12 | 7,88 | 42 | 55,75 | 62,5 | 66 | 77 |
| T9 | 32 | 58,22 | 10,06 | 39 | 51,75 | 56,5 | 60,5 | 80 |
| T10 | 32 | 66 | 11,08 | 44 | 56,75 | 66,5 | 73,75 | 84 |
| T11 | 32 | 62,94 | 9,26 | 38 | 57 | 64 | 68,25 | 85 |
| T12 | 32 | 60,56 | 9,27 | 46 | 53,5 | 62 | 64 | 87 |

Trat: Tratamientos; n: muestra; DE: Desviación estándar; Mín: Mínimo; Q1: Primer cuartil; Q3: Tercer cuartil; Máx: Máximo

Tabla 36. Descriptivos del diámetro (mm) del portainjerto de *P. americana* a los 30 días de evaluación

| Trat. | n | Media | DE | Mín. | Q1 | Mediana | Q3 | Máx. |
|--------------|----------|--------------|-----------|-------------|-----------|----------------|-----------|-------------|
| T1 | 32 | 6,45 | 0,83 | 4,79 | 5,98 | 6,43 | 6,77 | 8,31 |
| T2 | 32 | 6,2 | 0,8 | 4,79 | 5,7 | 6,16 | 6,82 | 7,63 |
| T3 | 32 | 6,27 | 0,79 | 4,88 | 5,72 | 6,18 | 6,56 | 8,27 |
| T4 | 32 | 6,42 | 1,04 | 4,53 | 5,69 | 6,35 | 6,9 | 9,95 |
| T5 | 32 | 6,41 | 0,81 | 4,8 | 5,85 | 6,34 | 6,96 | 8,2 |
| T6 | 32 | 6,88 | 0,88 | 5,31 | 6,29 | 6,9 | 7,58 | 8,62 |
| T7 | 32 | 6,52 | 0,81 | 4,79 | 5,92 | 6,42 | 7,08 | 8,02 |
| T8 | 32 | 6,59 | 0,82 | 4,9 | 6,13 | 6,67 | 7,06 | 8,46 |
| T9 | 32 | 6,26 | 0,76 | 4,92 | 5,74 | 6,4 | 6,75 | 7,48 |
| T10 | 32 | 6,77 | 0,92 | 4,95 | 6,04 | 6,8 | 7,4 | 8,96 |
| T11 | 32 | 6,57 | 0,64 | 5,49 | 6,17 | 6,53 | 6,91 | 7,97 |
| T12 | 32 | 6,55 | 0,82 | 5,32 | 6,04 | 6,44 | 6,74 | 8,79 |

Trat: Tratamientos; n: muestra; DE: Desviación estándar; Mín: Mínimo; Q1: Primer cuartil; Q3: Tercer cuartil; Máx: Máximo

Tabla 37. Descriptivos de la altura (cm) del portainjerto de *P. americana* a los 60 días de evaluación

| Trat. | n | Media | DE | Mín. | Q₁ | Mediana | Q₃ | Máx. |
|--------------|----------|--------------|-----------|-------------|----------------------|----------------|----------------------|-------------|
| T1 | 36 | 39,75 | 1,53 | 34,5 | 40 | 40 | 40,5 | 41,5 |
| T2 | 36 | 40,18 | 1,24 | 36 | 40 | 40 | 41 | 44,5 |
| T3 | 36 | 40,58 | 1,45 | 34 | 40 | 41 | 41 | 43 |
| T4 | 36 | 40,44 | 1 | 38 | 40 | 41 | 41 | 43 |
| T5 | 36 | 40,24 | 1,26 | 36 | 40 | 41 | 41 | 42 |
| T6 | 36 | 40,72 | 0,77 | 39 | 40 | 41 | 41 | 43 |
| T7 | 36 | 39,82 | 1,88 | 33 | 39,5 | 40 | 41 | 42 |
| T8 | 36 | 40,14 | 1,25 | 35 | 40 | 40 | 41 | 42,5 |
| T9 | 36 | 40,24 | 1 | 36 | 40 | 40 | 41 | 42 |
| T10 | 36 | 40,24 | 1,53 | 33 | 40 | 41 | 41 | 42 |
| T11 | 36 | 40,49 | 0,92 | 38 | 40 | 41 | 41 | 43 |
| T12 | 36 | 40,38 | 1,1 | 37 | 40 | 41 | 41 | 42 |

Trat: Tratamientos; n: muestra; DE: Desviación estándar; Mín: Mínimo; Q₁: Primer cuartil; Q₃: Tercer cuartil; Máx: Máximo

Tabla 38. Descriptivos del diámetro (mm) del portainjerto de *P. americana* a los 60 días de evaluación

| Trat. | n | Media | DE | Mín. | Q₁ | Mediana | Q₃ | Máx. |
|--------------|----------|--------------|-----------|-------------|----------------------|----------------|----------------------|-------------|
| T1 | 36 | 7,3 | 1,07 | 5,04 | 6,7 | 7,16 | 7,71 | 9,94 |
| T2 | 36 | 7,31 | 0,95 | 5,32 | 6,64 | 7,41 | 8 | 9,37 |
| T3 | 36 | 7,43 | 0,98 | 5,44 | 6,74 | 7,27 | 8,24 | 9,32 |
| T4 | 36 | 7,44 | 1,06 | 5,54 | 6,74 | 7,4 | 7,89 | 10,62 |
| T5 | 36 | 7,31 | 1,07 | 5,38 | 6,55 | 7,08 | 8,09 | 9,76 |
| T6 | 36 | 7,81 | 1,39 | 4,23 | 6,95 | 7,8 | 9,01 | 10,02 |
| T7 | 36 | 7,53 | 1,09 | 5,76 | 6,6 | 7,52 | 8,15 | 10,36 |
| T8 | 36 | 7,81 | 0,91 | 6,3 | 7,21 | 7,68 | 8,46 | 9,51 |
| T9 | 36 | 7,42 | 0,93 | 5,55 | 6,53 | 7,6 | 8,08 | 9,28 |
| T10 | 36 | 7,75 | 1,09 | 4,81 | 7,07 | 7,78 | 8,65 | 9,44 |
| T11 | 36 | 7,66 | 0,88 | 6,49 | 6,93 | 7,58 | 8,02 | 9,9 |
| T12 | 36 | 7,54 | 1,09 | 6,05 | 6,8 | 7,53 | 7,86 | 11,31 |

Tabla 39. Descriptivos de la altura (cm) del injerto de *P. americana* a los 60 días de evaluación

| Trat. | n | Media | DE | Mín. | Q₁ | Mediana | Q₃ | Máx. |
|--------------|----------|--------------|-----------|-------------|----------------------|----------------|----------------------|-------------|
| T1 | 36 | 9,92 | 1,51 | 7 | 8,88 | 10 | 11 | 13 |
| T2 | 36 | 9,9 | 1,54 | 6 | 9 | 10 | 11 | 13 |
| T3 | 36 | 9,49 | 1,87 | 6 | 8 | 9,5 | 10,5 | 14 |
| T4 | 36 | 9,02 | 1,97 | 5 | 8 | 9 | 10,12 | 13 |
| T5 | 36 | 9,37 | 1,92 | 3,5 | 8 | 9,9 | 11 | 12 |
| T6 | 36 | 9,84 | 1,89 | 6 | 8,5 | 9,75 | 11 | 13,5 |
| T7 | 36 | 9,49 | 1,87 | 5 | 8,38 | 9,5 | 11 | 13 |
| T8 | 36 | 9,81 | 2,24 | 5,2 | 8,15 | 10 | 11,62 | 13 |
| T9 | 36 | 10,14 | 1,7 | 7 | 9 | 10 | 11,12 | 13 |
| T10 | 36 | 9,58 | 1,94 | 6 | 8,38 | 9,5 | 11 | 13 |
| T11 | 36 | 9,92 | 1,72 | 6,5 | 9 | 10 | 10,5 | 13 |
| T12 | 36 | 9,47 | 2,02 | 6 | 8 | 9 | 11 | 13 |

Trat: Tratamientos; n: muestra; DE: Desviación estándar; Mín: Mínimo; Q1: Primer cuartil; Q3: Tercer cuartil; Máx: Máximo

Tabla 40. Descriptivos del diámetro (mm) del injerto de *P. americana* a los 60 días de evaluación

| Trat. | n | Media | DE | Mín. | Q₁ | Mediana | Q₃ | Máx. |
|--------------|----------|--------------|-----------|-------------|----------------------|----------------|----------------------|-------------|
| T1 | 36 | 5,57 | 1,2 | 3,58 | 4,86 | 5,39 | 6 | 9,28 |
| T2 | 36 | 5,31 | 1,01 | 3,58 | 4,68 | 5,12 | 5,87 | 7,44 |
| T3 | 36 | 5,41 | 0,81 | 3,84 | 4,83 | 5,38 | 5,89 | 7,43 |
| T4 | 36 | 5,54 | 1,18 | 3,19 | 4,62 | 5,3 | 6,28 | 8,02 |
| T5 | 36 | 5,48 | 1,19 | 3,55 | 4,59 | 5,4 | 6,16 | 8,84 |
| T6 | 36 | 5,63 | 1,02 | 4,22 | 4,87 | 5,61 | 6,19 | 8,79 |
| T7 | 36 | 5,46 | 1,09 | 3,87 | 4,84 | 5,36 | 6,08 | 8,76 |
| T8 | 36 | 5,52 | 0,79 | 3,67 | 4,81 | 5,57 | 6,1 | 7,14 |
| T9 | 36 | 5,77 | 0,98 | 3,93 | 5,12 | 5,61 | 6,16 | 8,5 |
| T10 | 36 | 5,9 | 1,1 | 3,95 | 5,09 | 5,77 | 6,67 | 8,01 |
| T11 | 36 | 5,61 | 1,02 | 4,09 | 4,62 | 5,58 | 6,48 | 7,45 |
| T12 | 36 | 5,65 | 1,15 | 3,76 | 5,02 | 5,53 | 6,2 | 9,04 |

Trat: Tratamientos; n: muestra; DE: Desviación estándar; Mín: Mínimo; Q1: Primer cuartil; Q3: Tercer cuartil; Máx: Máximo

Tabla 41. Descriptivos de la altura (cm) del portainjerto de *P. americana* a los 90 días de evaluación

| Trat. | n | Media | DE | Mín. | Q₁ | Mediana | Q₃ | Máx. |
|--------------|----------|--------------|-----------|-------------|----------------------|----------------|----------------------|-------------|
| T1 | 24 | 40,55 | 2,27 | 34,7 | 40 | 40,75 | 42 | 44 |
| T2 | 24 | 40,63 | 1,72 | 36 | 40 | 41 | 41,52 | 43 |
| T3 | 24 | 40,98 | 1,67 | 35 | 40,5 | 41,1 | 41,52 | 44 |
| T4 | 24 | 41,08 | 1,48 | 36,7 | 40,42 | 41,2 | 42,12 | 43,5 |
| T5 | 24 | 40,25 | 1,85 | 34 | 40 | 41 | 41,27 | 42 |
| T6 | 24 | 41,14 | 1,06 | 40 | 40,38 | 41,1 | 41,5 | 45 |
| T7 | 24 | 40,24 | 1,98 | 34 | 40 | 41 | 41,5 | 42 |
| T8 | 24 | 40,72 | 1,29 | 38 | 40 | 40,75 | 41,5 | 43 |
| T9 | 24 | 40,78 | 1,15 | 37 | 40,3 | 41 | 41,05 | 43 |
| T10 | 24 | 40,48 | 1,72 | 33 | 40 | 41 | 41,02 | 42 |
| T11 | 24 | 40,61 | 1,01 | 38 | 40 | 40,75 | 41,12 | 42,5 |
| T12 | 24 | 41,01 | 0,8 | 39,5 | 40,5 | 41 | 41,5 | 43 |

Trat: Tratamientos; n: muestra; DE: Desviación estándar; Mín: Mínimo; Q1: Primer cuartil; Q3: Tercer cuartil; Máx: Máximo

Tabla 42. Descriptivos del diámetro (mm) del portainjerto de *P. americana* a los 90 días de evaluación

| Trat. | n | Media | DE | Mín. | Q₁ | Mediana | Q₃ | Máx. |
|--------------|----------|--------------|-----------|-------------|----------------------|----------------|----------------------|-------------|
| T1 | 24 | 7,92 | 1,6 | 5,34 | 6,69 | 8,12 | 8,99 | 10,67 |
| T2 | 24 | 7,99 | 1,39 | 5,79 | 6,79 | 7,96 | 8,89 | 10,93 |
| T3 | 24 | 8,61 | 1,29 | 6,67 | 7,72 | 8,66 | 9,54 | 11,17 |
| T4 | 24 | 8,43 | 1,15 | 5,92 | 7,73 | 8,46 | 8,84 | 11,05 |
| T5 | 24 | 8,22 | 1,28 | 5,71 | 7,47 | 8,24 | 8,88 | 11,05 |
| T6 | 24 | 8,7 | 1,39 | 6,28 | 7,76 | 8,49 | 9,83 | 11,24 |
| T7 | 24 | 8,18 | 1,39 | 6,3 | 7,14 | 8,12 | 9,05 | 12,34 |
| T8 | 24 | 8,86 | 1,28 | 7,07 | 7,67 | 8,73 | 9,87 | 11 |
| T9 | 24 | 8,31 | 0,83 | 6,94 | 7,66 | 8,29 | 8,77 | 10,11 |
| T10 | 24 | 8,72 | 1,13 | 6,47 | 8,06 | 8,44 | 9,55 | 10,9 |
| T11 | 24 | 8,57 | 1,06 | 6,53 | 7,79 | 8,93 | 9,28 | 10,55 |
| T12 | 24 | 8,39 | 1,08 | 6,62 | 7,64 | 8,42 | 9,18 | 10,34 |

Trat: Tratamientos; n: muestra; DE: Desviación estándar; Mín: Mínimo; Q1: Primer cuartil; Q3: Tercer cuartil; Máx: Máximo

Tabla 43. Descriptivos del número de hojas del portainjerto de *P. americana* a los 90 días de evaluación

| Trat. | n | Media | DE | Mín. | Q1 | Mediana | Q3 | Máx. |
|--------------|----------|--------------|-----------|-------------|-----------|----------------|-----------|-------------|
| T1 | 24 | 7,5 | 2,32 | 3 | 6 | 7 | 9 | 12 |
| T2 | 24 | 6,25 | 2,88 | 2 | 4 | 6 | 8 | 14 |
| T3 | 24 | 7 | 4,38 | 2 | 4 | 6,5 | 8 | 23 |
| T4 | 24 | 6,83 | 2,2 | 4 | 5 | 7 | 8 | 11 |
| T5 | 24 | 6,79 | 2,8 | 2 | 5 | 6 | 8,25 | 15 |
| T6 | 24 | 8,17 | 3,66 | 2 | 6 | 8,5 | 10 | 18 |
| T7 | 24 | 6,62 | 3,61 | 2 | 3,75 | 6 | 9,25 | 15 |
| T8 | 24 | 7,21 | 2,62 | 3 | 5,75 | 7 | 8,25 | 14 |
| T9 | 24 | 6,17 | 2,58 | 1 | 5 | 6,5 | 8 | 11 |
| T10 | 24 | 8,5 | 3,45 | 4 | 6,75 | 8 | 10 | 18 |
| T11 | 24 | 7,17 | 2,48 | 2 | 6 | 7 | 8 | 15 |
| T12 | 24 | 7 | 2,4 | 2 | 5 | 7 | 9 | 11 |

Trat: Tratamientos; n: muestra; DE: Desviación estándar; Mín: Mínimo; Q1: Primer cuartil; Q3: Tercer cuartil; Máx: Máximo

Tabla 44. Descriptivos de la altura (cm) del injerto de *P. americana* a los 90 días de evaluación

| Trat. | n | Media | DE | Mín. | Q1 | Mediana | Q3 | Máx. |
|--------------|----------|--------------|-----------|-------------|-----------|----------------|-----------|-------------|
| T1 | 24 | 15,25 | 3,9 | 11 | 12,38 | 14 | 17 | 24 |
| T2 | 24 | 14,61 | 3,07 | 9 | 12,75 | 14 | 16 | 22 |
| T3 | 24 | 13,35 | 2,71 | 9 | 12 | 13 | 15 | 20 |
| T4 | 24 | 14 | 3,18 | 11 | 12 | 13,25 | 14,62 | 24 |
| T5 | 24 | 15,4 | 3,37 | 10,5 | 13 | 14,25 | 17,25 | 23 |
| T6 | 24 | 15,1 | 4,69 | 9 | 12 | 14 | 16,5 | 32 |
| T7 | 24 | 14,62 | 3,23 | 10 | 12 | 13 | 17 | 22 |
| T8 | 24 | 15,71 | 3,16 | 10 | 13,38 | 15,5 | 18 | 22 |
| T9 | 24 | 14,77 | 2,47 | 11 | 13,38 | 14 | 16 | 21 |
| T10 | 24 | 15,69 | 4,81 | 10 | 12 | 14,25 | 18 | 25 |
| T11 | 24 | 15,67 | 3,2 | 12 | 12,88 | 15 | 17,25 | 22 |
| T12 | 24 | 15,31 | 5,15 | 11 | 12 | 13,5 | 15,62 | 31 |

Trat: Tratamientos; n: muestra; DE: Desviación estándar; Mín: Mínimo; Q1: Primer cuartil; Q3: Tercer cuartil; Máx: Máximo

Tabla 45. Descriptivos del diámetro (mm) del injerto de *P. americana* a los 90 días de evaluación

| Trat. | n | Media | DE | Mín. | Q₁ | Mediana | Q₃ | Máx. |
|--------------|----------|--------------|-----------|-------------|----------------------|----------------|----------------------|-------------|
| T1 | 24 | 5,74 | 1,27 | 3,98 | 4,6 | 5,61 | 6,46 | 9,18 |
| T2 | 24 | 5,55 | 0,79 | 4,2 | 4,97 | 5,45 | 6,2 | 7,63 |
| T3 | 24 | 5,68 | 0,69 | 4,26 | 5,31 | 5,7 | 6,06 | 7,02 |
| T4 | 24 | 5,88 | 0,95 | 4,3 | 4,99 | 5,98 | 6,34 | 8,65 |
| T5 | 24 | 5,71 | 1,26 | 3,93 | 4,74 | 5,68 | 6,5 | 8,01 |
| T6 | 24 | 5,94 | 0,98 | 4,11 | 5,24 | 5,98 | 6,75 | 7,65 |
| T7 | 24 | 6,01 | 1,45 | 3,31 | 5,2 | 5,7 | 6,92 | 9,91 |
| T8 | 24 | 5,52 | 0,73 | 4,24 | 4,95 | 5,38 | 6,12 | 6,72 |
| T9 | 24 | 5,88 | 0,94 | 4,25 | 5,38 | 5,84 | 6,26 | 8,82 |
| T10 | 24 | 6,16 | 1,09 | 4,47 | 5,55 | 6,11 | 6,36 | 9,51 |
| T11 | 24 | 5,78 | 0,8 | 4,4 | 5,25 | 5,65 | 6,37 | 7,77 |
| T12 | 24 | 5,78 | 0,94 | 3,96 | 5,35 | 5,75 | 6,38 | 7,92 |

Trat: Tratamientos; n: muestra; DE: Desviación estándar; Mín: Mínimo; Q1: Primer cuartil; Q3: Tercer cuartil; Máx: Máximo

Tabla 46. Descriptivos del número de brotes del injerto de *P. americana* a los 90 días de evaluación

| Trat. | n | Media | DE | Mín. | Q₁ | Mediana | Q₃ | Máx. |
|--------------|----------|--------------|-----------|-------------|----------------------|----------------|----------------------|-------------|
| T1 | 24 | 2,96 | 1,4 | 0 | 2 | 3 | 4 | 6 |
| T2 | 24 | 2,83 | 1,66 | 1 | 1,75 | 2,5 | 4 | 7 |
| T3 | 24 | 3,21 | 1,35 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 |
| T4 | 24 | 3,04 | 1,43 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| T5 | 24 | 3,25 | 1,39 | 1 | 2,75 | 3 | 4 | 7 |
| T6 | 24 | 3,58 | 1,38 | 1 | 3 | 4 | 4,25 | 6 |
| T7 | 24 | 3,17 | 1,34 | 1 | 2,75 | 3 | 4 | 6 |
| T8 | 24 | 3,04 | 1,52 | 1 | 2 | 3 | 4 | 7 |
| T9 | 24 | 3,75 | 1,7 | 1 | 2,75 | 4 | 5 | 7 |
| T10 | 24 | 3,08 | 1,18 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 |
| T11 | 24 | 3,33 | 1,58 | 1 | 2 | 3,5 | 4 | 7 |
| T12 | 24 | 3,58 | 1,21 | 2 | 3 | 3 | 4,25 | 6 |

Trat: Tratamientos; n: muestra; DE: Desviación estándar; Mín: Mínimo; Q1: Primer cuartil; Q3: Tercer cuartil; Máx: Máximo

Tabla 47. Descriptivos del número de hojas del portainjerto de *P. americana* a los 120 días de evaluación

| Trat. | n | Media | DE | Mín. | Q1 | Mediana | Q3 | Máx. |
|--------------|----------|--------------|-----------|-------------|-----------|----------------|-----------|-------------|
| T1 | 24 | 13,17 | 3,94 | 5 | 12 | 12 | 15 | 26 |
| T2 | 24 | 12,08 | 3,76 | 6 | 11 | 12 | 13 | 26 |
| T3 | 24 | 11,79 | 3,41 | 6 | 9 | 12 | 12,5 | 23 |
| T4 | 24 | 12,54 | 3,49 | 8 | 10 | 12 | 14,25 | 23 |
| T5 | 24 | 13,54 | 3,28 | 9 | 12 | 13 | 14,25 | 26 |
| T6 | 24 | 14,33 | 3,89 | 9 | 12 | 13 | 16 | 22 |
| T7 | 24 | 11,83 | 2,73 | 6 | 10,75 | 12 | 13 | 18 |
| T8 | 24 | 13,33 | 3 | 8 | 12 | 13 | 14,25 | 23 |
| T9 | 24 | 12,42 | 2,75 | 6 | 11 | 12 | 13 | 18 |
| T10 | 24 | 13,71 | 4,54 | 9 | 10 | 12 | 16,75 | 22 |
| T11 | 24 | 14,62 | 4,71 | 8 | 11 | 12 | 17,25 | 24 |
| T12 | 24 | 15,75 | 4,01 | 10 | 12,75 | 15 | 18 | 25 |

Trat: Tratamientos; n: muestra; DE: Desviación estándar; Mín: Mínimo; Q1: Primer cuartil; Q3: Tercer cuartil; Máx: Máximo

Tabla 48. Descriptivos de la altura (cm) del injerto de *P. americana* a los 120 días de evaluación

| Trat. | n | Media | DE | Mín. | Q1 | Mediana | Q3 | Máx. |
|--------------|----------|--------------|-----------|-------------|-----------|----------------|-----------|-------------|
| T1 | 24 | 17,68 | 3,34 | 14,5 | 15 | 16 | 19,42 | 25 |
| T2 | 24 | 16,48 | 2,72 | 12 | 14,75 | 16 | 17,4 | 23 |
| T3 | 24 | 15,23 | 2,55 | 11 | 13,88 | 15,05 | 16,85 | 22 |
| T4 | 24 | 17,22 | 4,78 | 12 | 14,22 | 15,25 | 17,62 | 28 |
| T5 | 24 | 17,68 | 3,74 | 13 | 15 | 16,9 | 18,62 | 29 |
| T6 | 24 | 17,19 | 4,27 | 12 | 14,88 | 16,5 | 18,38 | 33 |
| T7 | 24 | 16,73 | 2,7 | 13,5 | 15 | 16 | 17,4 | 23 |
| T8 | 24 | 17,75 | 2,76 | 13 | 16 | 18 | 19,12 | 23 |
| T9 | 24 | 17,92 | 3,1 | 13 | 15,95 | 17 | 21 | 22,8 |
| T10 | 24 | 18,04 | 4,01 | 12 | 14,9 | 17,65 | 21 | 26 |
| T11 | 24 | 17,69 | 2,88 | 13 | 15,22 | 17,25 | 19 | 23 |
| T12 | 24 | 17,82 | 5,45 | 12,3 | 14,3 | 15,8 | 19,25 | 33 |

Trat: Tratamientos; n: muestra; DE: Desviación estándar; Mín: Mínimo; Q1: Primer cuartil; Q3: Tercer cuartil; Máx: Máximo

Tabla 49. Descriptivos del diámetro (mm) del injerto de *P. americana* a los 120 días de evaluación

| Trat. | n | Media | DE | Mín. | Q1 | Mediana | Q3 | Máx. |
|--------------|----------|--------------|-----------|-------------|-----------|----------------|-----------|-------------|
| T1 | 24 | 5,96 | 1,26 | 4,11 | 5,07 | 5,88 | 6,61 | 9,23 |
| T2 | 24 | 5,8 | 0,72 | 4,9 | 5,12 | 5,82 | 6,33 | 7,8 |
| T3 | 24 | 5,82 | 0,69 | 4,66 | 5,4 | 5,84 | 6,16 | 7,21 |
| T4 | 24 | 6,07 | 0,93 | 4,44 | 5,34 | 6,14 | 6,52 | 8,88 |
| T5 | 24 | 5,92 | 1,17 | 4,21 | 5,04 | 6 | 6,72 | 8,1 |
| T6 | 24 | 6,11 | 0,9 | 4,55 | 5,46 | 6,12 | 6,88 | 7,7 |
| T7 | 24 | 6,2 | 1,37 | 3,88 | 5,44 | 5,79 | 6,99 | 9,9 |
| T8 | 24 | 5,72 | 0,67 | 4,6 | 5,14 | 5,74 | 6,26 | 6,8 |
| T9 | 24 | 6,07 | 0,92 | 4,4 | 5,53 | 6,11 | 6,36 | 8,9 |
| T10 | 24 | 6,34 | 1,1 | 4,8 | 5,7 | 6,21 | 6,6 | 9,9 |
| T11 | 24 | 6 | 0,75 | 4,88 | 5,44 | 5,89 | 6,49 | 7,8 |
| T12 | 24 | 6 | 0,87 | 4,01 | 5,47 | 6,08 | 6,51 | 7,99 |

Trat: Tratamientos; n: muestra; DE: Desviación estándar; Mín: Mínimo; Q1: Primer cuartil; Q3: Tercer cuartil; Máx: Máximo

Tabla 50. Descriptivos del número de brotes del injerto de *P. americana* a los 120 días de evaluación

| Trat. | n | Media | DE | Mín. | Q1 | Mediana | Q3 | Máx. |
|--------------|----------|--------------|-----------|-------------|-----------|----------------|-----------|-------------|
| T1 | 24 | 3,04 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| T2 | 24 | 3,12 | 1,03 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| T3 | 24 | 3,5 | 1,18 | 2 | 3 | 3 | 4 | 6 |
| T4 | 24 | 3,17 | 1,34 | 0 | 2 | 3 | 4 | 6 |
| T5 | 24 | 3,25 | 1,22 | 2 | 2 | 3 | 4 | 6 |
| T6 | 24 | 3,46 | 1,35 | 0 | 3 | 3 | 4,25 | 6 |
| T7 | 24 | 3 | 1,56 | 0 | 2 | 3 | 4 | 6 |
| T8 | 24 | 3,25 | 1,22 | 2 | 2 | 3 | 4 | 7 |
| T9 | 24 | 3,62 | 1,58 | 1 | 2 | 3,5 | 4,25 | 7 |
| T10 | 24 | 2,83 | 1,34 | 0 | 2 | 3 | 4 | 6 |
| T11 | 24 | 3,42 | 1,21 | 1 | 3 | 3 | 4 | 7 |
| T12 | 24 | 3,71 | 1,16 | 2 | 3 | 3 | 5 | 6 |

Trat: Tratamientos; n: muestra; DE: Desviación estándar; Mín: Mínimo; Q1: Primer cuartil; Q3: Tercer cuartil; Máx: Máximo

Tabla 51. Medidas de la longitud y volumen radicular, Peso fresco y seco, Materia seca y Área foliar

| Trat. | Rep. | Bioest. | Sust. | Longitud radicular (cm) | Volumen radicular (cm ³) | Peso fresco (g) | Peso seco (g) | Materia seca (g) | Área foliar (cm ²) |
|-------|------|---------|-------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------|---------------|------------------|--------------------------------|
| T1 | 1 | a1 | b1 | 22,8 | 40 | 82,0 | 25,0 | 30,488 | 591,127 |
| T1 | 2 | a1 | b1 | 18,9 | 30 | 78,0 | 21,2 | 27,179 | 504,947 |
| T1 | 3 | a1 | b1 | 21,9 | 50 | 110,0 | 34,1 | 31,000 | 884,833 |
| T1 | 4 | a1 | b1 | 19,4 | 40 | 78,0 | 21,6 | 27,692 | 732,936 |
| T2 | 1 | a1 | b2 | 16,3 | 75 | 135,0 | 34,2 | 25,333 | 670,477 |
| T2 | 2 | a1 | b2 | 24,4 | 30 | 74,0 | 18,6 | 25,135 | 593,024 |
| T2 | 3 | a1 | b2 | 22,8 | 30 | 75,0 | 18,9 | 25,200 | 862,810 |
| T2 | 4 | a1 | b2 | 21,7 | 30 | 63,0 | 17,6 | 27,937 | 519,538 |
| T3 | 1 | a1 | b3 | 23,3 | 85 | 141,7 | 44,2 | 31,193 | 953,354 |
| T3 | 2 | a1 | b3 | 21,2 | 40 | 80,2 | 25,3 | 31,546 | 611,916 |
| T3 | 3 | a1 | b3 | 25,3 | 30 | 94,9 | 33,8 | 35,616 | 958,900 |
| T3 | 4 | a1 | b3 | 21,5 | 20 | 69,3 | 20,6 | 29,726 | 846,170 |
| T4 | 1 | a2 | b1 | 20,5 | 40 | 102,3 | 29,8 | 29,130 | 828,395 |
| T4 | 2 | a2 | b1 | 21,6 | 60 | 123,3 | 40,4 | 32,766 | 691,579 |
| T4 | 3 | a2 | b1 | 24,2 | 45 | 94,9 | 21,8 | 22,972 | 1021,436 |
| T4 | 4 | a2 | b1 | 22,2 | 50 | 108,5 | 26,5 | 24,424 | 663,834 |
| T5 | 1 | a2 | b2 | 20,6 | 50 | 111,3 | 31,1 | 27,942 | 856,626 |
| T5 | 2 | a2 | b2 | 22,7 | 30 | 55,5 | 15,2 | 27,387 | 432,633 |
| T5 | 3 | a2 | b2 | 24,3 | 25 | 74,5 | 19,5 | 26,174 | 932,131 |
| T5 | 4 | a2 | b2 | 23,9 | 40 | 83,4 | 22,3 | 26,739 | 430,573 |
| T6 | 1 | a2 | b3 | 16,8 | 25 | 73,9 | 20,9 | 28,281 | 518,321 |
| T6 | 2 | a2 | b3 | 17,4 | 30 | 58,5 | 17,5 | 29,915 | 428,118 |
| T6 | 3 | a2 | b3 | 25,6 | 30 | 76,8 | 23,0 | 29,948 | 615,828 |
| T6 | 4 | a2 | b3 | 17,3 | 40 | 79,5 | 25,2 | 31,698 | 632,789 |
| T7 | 1 | a3 | b1 | 23,3 | 30 | 99,2 | 32,6 | 32,863 | 855,110 |
| T7 | 2 | a3 | b1 | 21,3 | 25 | 59,2 | 18,8 | 31,757 | 705,012 |
| T7 | 3 | a3 | b1 | 18,6 | 30 | 67,8 | 19,1 | 28,171 | 495,281 |
| T7 | 4 | a3 | b1 | 23,1 | 50 | 116,2 | 34,7 | 29,862 | 1340,798 |
| T8 | 1 | a3 | b2 | 23,2 | 40 | 97,0 | 24,6 | 25,361 | 789,970 |
| T8 | 2 | a3 | b2 | 17,1 | 30 | 74,9 | 20,0 | 26,702 | 784,984 |
| T8 | 3 | a3 | b2 | 18,2 | 25 | 66,2 | 16,1 | 24,320 | 586,015 |
| T8 | 4 | a3 | b2 | 25,4 | 35 | 83,3 | 17,9 | 21,489 | 607,204 |
| T9 | 1 | a3 | b3 | 17,4 | 30 | 94,1 | 25,3 | 26,886 | 1031,716 |
| T9 | 2 | a3 | b3 | 18,2 | 25 | 58,2 | 18,1 | 31,100 | 546,734 |
| T9 | 3 | a3 | b3 | 17,1 | 35 | 82,1 | 25,3 | 30,816 | 630,198 |
| T9 | 4 | a3 | b3 | 19,3 | 30 | 73,4 | 19,8 | 26,975 | 498,549 |
| T10 | 1 | a4 | b1 | 25,8 | 50 | 113,8 | 35,6 | 31,283 | 681,663 |
| T10 | 2 | a4 | b1 | 22,2 | 45 | 113,0 | 35,5 | 31,416 | 809,709 |
| T10 | 3 | a4 | b1 | 23,8 | 35 | 122,1 | 30,4 | 24,898 | 921,053 |
| T10 | 4 | a4 | b1 | 23,2 | 30 | 99,1 | 26,2 | 26,438 | 1266,384 |

Continuación de la tabla 52

| Trat. | Rep. | Bioest. | Sust. | Longitud radicular (cm) | Volumen radicular (cm ³) | Peso fresco (g) | Peso seco (g) | Materia seca (g) | Área foliar (cm ²) |
|-------|------|---------|-------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------|---------------|------------------|--------------------------------|
| T11 | 1 | a4 | b2 | 13,6 | 25 | 66,7 | 16,3 | 24,438 | 450,529 |
| T11 | 2 | a4 | b2 | 17,2 | 30 | 59,6 | 16,3 | 27,349 | 534,675 |
| T11 | 3 | a4 | b2 | 22,1 | 35 | 68,2 | 19,2 | 28,152 | 753,434 |
| T11 | 4 | a4 | b2 | 22,3 | 30 | 74,3 | 26,5 | 35,666 | 806,025 |
| T12 | 1 | a4 | b3 | 22,8 | 50 | 99,7 | 31,8 | 67,900 | 817,129 |
| T12 | 2 | a4 | b3 | 21,6 | 40 | 96,6 | 33,5 | 63,100 | 911,285 |
| T12 | 3 | a4 | b3 | 24,8 | 45 | 99,7 | 31,0 | 68,700 | 680,353 |
| T12 | 4 | a4 | b3 | 16,6 | 30 | 80,4 | 20,5 | 59,900 | 781,482 |

Trat: Tratamientos; Rep: Repeticiones; Bioest: Bioestimulante; Sust: Sustratos

Tabla 52. Descriptivos de la longitud radicular (cm) de plántulas de *P. americana*

| Trat. | n | Media | DE | Mín. | Q ₁ | Mediana | Q ₃ | Máx. |
|-------|---|-------|------|------|----------------|---------|----------------|------|
| T1 | 4 | 20,75 | 1,89 | 18,9 | 19,27 | 20,65 | 22,1 | 22,8 |
| T2 | 4 | 21,30 | 3,51 | 16,3 | 20,35 | 22,25 | 23,2 | 24,4 |
| T3 | 4 | 22,82 | 1,89 | 21,2 | 21,42 | 22,4 | 23,8 | 25,3 |
| T4 | 4 | 22,12 | 1,55 | 20,5 | 21,32 | 21,9 | 22,7 | 24,2 |
| T5 | 4 | 22,88 | 1,66 | 20,6 | 22,18 | 23,3 | 24,0 | 24,3 |
| T6 | 4 | 19,27 | 4,22 | 16,8 | 17,18 | 17,35 | 19,5 | 25,6 |
| T7 | 4 | 21,58 | 2,18 | 18,6 | 20,62 | 22,2 | 23,2 | 23,3 |
| T8 | 4 | 20,98 | 3,97 | 17,1 | 17,92 | 20,7 | 23,8 | 25,4 |
| T9 | 4 | 18,00 | 0,98 | 17,1 | 17,32 | 17,8 | 18,5 | 19,3 |
| T10 | 4 | 23,75 | 1,52 | 22,2 | 22,95 | 23,5 | 24,3 | 25,8 |
| T11 | 4 | 18,80 | 4,19 | 13,6 | 16,30 | 19,65 | 22,2 | 22,3 |
| T12 | 4 | 21,45 | 3,49 | 16,6 | 20,35 | 22,2 | 23,3 | 24,8 |

Trat: Tratamientos; n: muestra; DE: Desviación estándar; Mín: Mínimo; Q₁: Primer cuartil; Q₃: Tercer cuartil; Máx: Máximo

Tabla 53. Descriptivos del volumen radicular (cm³) de plántulas de *P. americana*

| Trat. | n | Media | DE | Mín. | Q ₁ | Mediana | Q ₃ | Máx. |
|-------|---|-------|-------|------|----------------|---------|----------------|------|
| T1 | 4 | 40,00 | 8,16 | 30 | 37,50 | 40 | 42,5 | 50 |
| T2 | 4 | 41,25 | 22,5 | 30 | 30,00 | 30 | 41,3 | 75 |
| T3 | 4 | 43,75 | 28,69 | 20 | 27,50 | 35 | 51,3 | 85 |
| T4 | 4 | 48,75 | 8,54 | 40 | 43,75 | 47,5 | 52,5 | 60 |
| T5 | 4 | 36,25 | 11,09 | 25 | 28,75 | 35 | 42,5 | 50 |
| T6 | 4 | 31,25 | 6,29 | 25 | 28,75 | 30 | 32,5 | 40 |
| T7 | 4 | 33,75 | 11,09 | 25 | 28,75 | 30 | 35,0 | 50 |
| T8 | 4 | 32,50 | 6,45 | 25 | 28,75 | 32,5 | 36,3 | 40 |
| T9 | 4 | 30,00 | 4,08 | 25 | 28,75 | 30 | 31,3 | 35 |
| T10 | 4 | 40,00 | 9,13 | 30 | 33,75 | 40 | 46,3 | 50 |
| T11 | 4 | 30,00 | 4,08 | 25 | 28,75 | 30 | 31,3 | 35 |
| T12 | 4 | 41,25 | 8,54 | 30 | 37,50 | 42,5 | 46,3 | 50 |

Trat: Tratamientos; n: muestra; DE: Desviación estándar; Mín: Mínimo; Q₁: Primer cuartil; Q₃: Tercer cuartil; Máx: Máximo

Tabla 54. Descriptivos del peso fresco (g) de plántulas de *P. americana*

| Trat. | n | Media | DE | Mín. | Q ₁ | Mediana | Q ₃ | Máx. |
|-------|---|--------|-------|------|----------------|---------|----------------|-------|
| T1 | 4 | 87,00 | 15,45 | 78 | 78,0 | 80 | 89,0 | 110,0 |
| T2 | 4 | 86,75 | 32,62 | 63 | 71,3 | 74,5 | 90,0 | 135,0 |
| T3 | 4 | 96,53 | 31,89 | 69,3 | 77,5 | 87,55 | 106,6 | 141,7 |
| T4 | 4 | 107,25 | 12,06 | 94,9 | 100,5 | 105,4 | 112,2 | 123,3 |
| T5 | 4 | 81,17 | 23,21 | 55,5 | 69,8 | 78,95 | 90,4 | 111,3 |
| T6 | 4 | 72,17 | 9,4 | 58,5 | 70,1 | 75,35 | 77,5 | 79,5 |
| T7 | 4 | 85,60 | 26,68 | 59,2 | 65,7 | 83,5 | 103,5 | 116,2 |
| T8 | 4 | 80,35 | 13,11 | 66,2 | 72,7 | 79,1 | 86,7 | 97,0 |
| T9 | 4 | 76,95 | 15,11 | 58,2 | 69,6 | 77,75 | 85,1 | 94,1 |
| T10 | 4 | 112,00 | 9,53 | 99,1 | 109,5 | 113,4 | 115,9 | 122,1 |
| T11 | 4 | 67,20 | 6,04 | 59,6 | 64,9 | 67,45 | 69,7 | 74,3 |
| T12 | 4 | 94,10 | 9,25 | 80,4 | 92,6 | 98,15 | 99,7 | 99,7 |

Trat: Tratamientos; n: muestra; DE: Desviación estándar; Mín: Mínimo; Q₁: Primer cuartil; Q₃: Tercer cuartil; Máx: Máximo

Tabla 55. Descriptivos del peso seco (g) de plántulas de *P. americana*

| Trat. | n | Media | DE | Mín. | Q₁ | Mediana | Q₃ | Máx. |
|--------------|----------|--------------|-----------|-------------|----------------------|----------------|----------------------|-------------|
| T1 | 4 | 25,48 | 6 | 21,2 | 21,5 | 23,3 | 27,27 | 34,1 |
| T2 | 4 | 22,32 | 7,94 | 17,6 | 18,35 | 18,75 | 22,73 | 34,2 |
| T3 | 4 | 30,98 | 10,37 | 20,6 | 24,12 | 29,55 | 36,4 | 44,2 |
| T4 | 4 | 29,62 | 7,9 | 21,8 | 25,32 | 28,15 | 32,45 | 40,4 |
| T5 | 4 | 22,02 | 6,72 | 15,2 | 18,42 | 20,9 | 24,5 | 31,1 |
| T6 | 4 | 21,65 | 3,28 | 17,5 | 20,05 | 21,95 | 23,55 | 25,2 |
| T7 | 4 | 26,30 | 8,53 | 18,8 | 19,02 | 25,85 | 33,12 | 34,7 |
| T8 | 4 | 19,65 | 3,66 | 16,1 | 17,45 | 18,95 | 21,15 | 24,6 |
| T9 | 4 | 22,12 | 3,73 | 18,1 | 19,38 | 22,55 | 25,3 | 25,3 |
| T10 | 4 | 31,92 | 4,52 | 26,2 | 29,35 | 32,95 | 35,52 | 35,6 |
| T11 | 4 | 19,58 | 4,81 | 16,3 | 16,3 | 17,75 | 21,02 | 26,5 |
| T12 | 4 | 29,20 | 5,89 | 20,5 | 28,38 | 31,4 | 32,23 | 33,5 |

Trat: Tratamientos; n: muestra; DE: Desviación estándar; Mín: Mínimo; Q1: Primer cuartil; Q3: Tercer cuartil; Máx: Máximo

Tabla 56. Descriptivos de la materia seca (g) de plántulas de *P. americana*

| Trat. | n | Media | DE | Mín. | Q₁ | Mediana | Q₃ | Máx. |
|--------------|----------|--------------|-----------|-------------|----------------------|----------------|----------------------|-------------|
| T1 | 4 | 29,09 | 1,93 | 27,18 | 27,56 | 29,09 | 30,62 | 31,00 |
| T2 | 4 | 25,90 | 1,36 | 25,14 | 25,18 | 25,27 | 25,98 | 27,94 |
| T3 | 4 | 32,02 | 2,52 | 29,73 | 30,83 | 31,37 | 32,56 | 35,62 |
| T4 | 4 | 27,32 | 4,48 | 22,97 | 24,06 | 26,78 | 30,04 | 32,77 |
| T5 | 4 | 27,06 | 0,77 | 26,17 | 26,6 | 27,06 | 27,53 | 27,94 |
| T6 | 4 | 29,96 | 1,4 | 28,28 | 29,51 | 29,93 | 30,39 | 31,70 |
| T7 | 4 | 30,66 | 2,07 | 28,17 | 29,44 | 30,81 | 32,03 | 32,86 |
| T8 | 4 | 24,47 | 2,21 | 21,49 | 23,61 | 24,84 | 25,7 | 26,70 |
| T9 | 4 | 28,94 | 2,33 | 26,89 | 26,95 | 28,9 | 30,89 | 31,10 |
| T10 | 4 | 28,51 | 3,34 | 24,9 | 26,05 | 28,86 | 31,32 | 31,42 |
| T11 | 4 | 28,90 | 4,78 | 24,44 | 26,62 | 27,75 | 30,03 | 35,67 |
| T12 | 4 | 64,90 | 4,15 | 59,9 | 62,3 | 65,5 | 68,1 | 68,70 |

Trat: Tratamientos; n: muestra; DE: Desviación estándar; Mín: Mínimo; Q1: Primer cuartil; Q3: Tercer cuartil; Máx: Máximo

Tabla 57. Descriptivos del área foliar (cm²) de plántulas de *P. americana*

| Trat. | n | Media | DE | Mín. | Q₁ | Mediana | Q₃ | Máx. |
|--------------|----------|--------------|-----------|-------------|----------------------|----------------|----------------------|-------------|
| T1 | 4 | 678,46 | 166,62 | 504,95 | 569,58 | 662,03 | 770,91 | 884,83 |
| T2 | 4 | 661,46 | 147,70 | 519,54 | 574,65 | 631,75 | 718,56 | 862,81 |
| T3 | 4 | 842,58 | 162,30 | 611,92 | 787,61 | 899,76 | 954,74 | 958,90 |
| T4 | 4 | 801,31 | 163,43 | 663,83 | 684,64 | 759,99 | 876,66 | 1021,44 |
| T5 | 4 | 662,99 | 268,96 | 430,57 | 432,12 | 644,63 | 875,5 | 932,13 |
| T6 | 4 | 548,76 | 94,94 | 428,12 | 495,77 | 567,07 | 620,07 | 632,79 |
| T7 | 4 | 849,05 | 359,51 | 495,28 | 652,58 | 780,06 | 976,53 | 1340,80 |
| T8 | 4 | 692,04 | 110,56 | 586,02 | 601,91 | 696,09 | 786,23 | 789,97 |
| T9 | 4 | 676,80 | 242,78 | 498,55 | 534,69 | 588,47 | 730,58 | 1031,72 |
| T10 | 4 | 919,70 | 250,97 | 681,66 | 777,7 | 865,38 | 1007,39 | 1266,38 |
| T11 | 4 | 636,17 | 170,65 | 450,53 | 513,64 | 644,05 | 766,58 | 806,02 |
| T12 | 4 | 797,56 | 95,42 | 680,35 | 756,2 | 799,31 | 840,67 | 911,28 |

Trat: Tratamientos; n: muestra; DE: Desviación estándar; Mín: Mínimo; Q1: Primer cuartil; Q3: Tercer cuartil; Máx: Máximo



ANÁLISIS DE SUELOS

1. DATOS

| | | | |
|-----------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| SOLICITANTE: | MONICA ROBLES TRINIDAD | MUESTREADO POR: | MONICA ROBLES TRINIDAD |
| DEPARTAMENTO: | HUANUCO | FECHA DE RECEPCION: | 30/01/2023 |
| PROVINCIA: | LEONCIO PRADO | FECHA DE INICIO DE ENSAYO: | 30/01/2023 |
| DISTRITO: | RUPA RUPA | FECHA DE REPORTE: | 21/02/2023 |
| SECTOR: | UNAS - TINGO MARIA | RECIBO O FACTURA: | 23003592 |
| NOMBRE DE LA PARCELA: | FACULTAD DE AGRONOMIA | OBSERVACION: | 1 BOLSAS CON 1KG DE MUESTRA |

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

| N° | REFERENCIA DEL LAB. SOLICITANTE | ANÁLISIS MECANICO | | | pH | CE dS/cm | M.O. % | N % | C % | P disponible ppm | K ppm | CIC | | | | | Ca | Mg | K | Na | Al | H | CICe | Bases Cambiables % | Acidos Cambiables % | Saturación de Aluminio % | |
|----|---------------------------------|-------------------|-----------|--------|--------|----------|--------|-------|-------|------------------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|--------------------|---------------------|--------------------------|-------|
| | | Arena % | Arcilla % | Limo % | | | | | | | | Clase Textural | ppm | ppm | ppm | ppm | | | | | | | | | | | ppm |
| 1 | S0011 SUELO | 42 | 23 | 35 | Franco | 7.30 | 1.143 | 2.640 | 0.132 | 1.631 | 9.344 | 155.932 | 8.402 | 6.700 | 1.079 | 0.523 | 0.101 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 8.402 | 100.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE. Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María



Ing GILMER MITÓN NEIRA TRUJILLO
Profesional del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Dr. HUGO ALBERTO HUAMANI YUPANQUI
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

analisisdesuelosunas@hotmail.com

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531



LASAE

ANÁLISIS DE SUELOS

1. DATOS

| | | | |
|---------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| SOLICITANTE: | VASQUEZ MEJIA JEANPIERE RAUL | MUESTREO POR: | EL SOLICITANTE |
| DEPARTAMENTO: | HUANUCO | FECHA DE RECEPCIÓN: | 8/11/2023 |
| PROVINCIA: | LEONCIO PRADO | FECHA DE INICIO DE ENSAYO: | 8/11/2023 |
| DISTRITO: | RUPA RUPA | FECHA DE REPORTE: | 17/11/2023 |
| LOCALIDAD: | TINGO MARIA | RECIBO O FACTURA: | 28751 |
| CULTIVO: | PALTO | OBSERVACION: | VIVERO DE AGRONOMIA - UNAS |

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

| N° | CODIGO DEL LAB. | REFERENCIA | Arena | | Limo | | Clase Textural | | pH | CE dSm | M.O. | N | C | P | K | disponible | CIC | Ca | Mg | K | Na | Al | H | CICe | Bases Cambiables % | Acidos Cambiables % | Saturación de Aluminio % |
|----|-----------------|------------|-------|-------|-------|----------------|----------------|-------|-------|--------|-------|--------|---------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|--------------------|---------------------|--------------------------|
| | | | % | % | % | % | ppm | ppm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | S1617 | T1 | 61.52 | 11.76 | 26.72 | Franco Arenoso | 5.78 | 0.807 | 4.738 | 0.237 | 2.748 | 89.640 | 168.368 | 9.171 | 7.404 | 1.241 | 0.344 | 0.183 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 100.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| 2 | S1618 | T2 | 69.52 | 9.76 | 20.72 | Franco Arenoso | 6.29 | 0.874 | 3.698 | 0.180 | 2.087 | 96.719 | 189.579 | 7.924 | 6.265 | 0.888 | 0.612 | 0.159 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 100.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| 3 | S1619 | T3 | 67.62 | 13.76 | 18.72 | Franco Arenoso | 6.53 | 0.818 | 3.238 | 0.162 | 1.878 | 76.518 | 181.133 | 9.036 | 7.303 | 1.136 | 0.476 | 0.120 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 100.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| 4 | S1620 | T4 | 69.52 | 9.76 | 20.72 | Franco Arenoso | 6.89 | 0.728 | 3.538 | 0.177 | 2.052 | 79.023 | 174.074 | 9.141 | 7.605 | 1.045 | 0.389 | 0.123 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 100.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| 5 | S1621 | T5 | 67.62 | 16.76 | 26.72 | Franco Arenoso | 6.67 | 0.618 | 3.238 | 0.162 | 1.878 | 87.262 | 211.632 | 8.601 | 6.888 | 0.917 | 0.664 | 0.112 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 100.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| 6 | S1622 | T6 | 69.32 | 9.76 | 20.92 | Franco Arenoso | 7.02 | 0.602 | 3.356 | 0.168 | 1.948 | 51.548 | 163.808 | 8.978 | 7.622 | 0.923 | 0.323 | 0.110 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 100.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| 7 | S1623 | T7 | 65.62 | 13.76 | 20.72 | Franco Arenoso | 7.04 | 0.561 | 3.538 | 0.177 | 2.052 | 95.281 | 178.847 | 9.142 | 7.520 | 1.163 | 0.357 | 0.102 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 100.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| 8 | S1624 | T8 | 68.92 | 7.76 | 23.32 | Franco Arenoso | 6.81 | 0.702 | 2.879 | 0.144 | 1.670 | 86.429 | 210.863 | 9.066 | 7.275 | 1.016 | 0.666 | 0.108 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 100.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| 9 | S1625 | T9 | 63.62 | 13.76 | 22.72 | Franco Arenoso | 6.93 | 0.679 | 3.119 | 0.166 | 1.909 | 73.108 | 174.161 | 8.836 | 7.299 | 0.983 | 0.440 | 0.113 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 100.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| 10 | S1626 | T10 | 68.72 | 9.76 | 21.62 | Franco Arenoso | 6.92 | 0.663 | 3.238 | 0.162 | 1.878 | 86.342 | 150.022 | 8.683 | 7.183 | 1.072 | 0.228 | 0.102 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 100.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| 11 | S1627 | T11 | 67.62 | 11.76 | 20.72 | Franco Arenoso | 6.71 | 0.884 | 3.668 | 0.183 | 2.122 | 94.361 | 221.678 | 8.636 | 6.846 | 0.999 | 0.678 | 0.113 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 100.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| 12 | S1628 | T12 | 67.62 | 9.76 | 22.72 | Franco Arenoso | 6.67 | 0.666 | 2.769 | 0.136 | 1.600 | 74.686 | 170.163 | 7.728 | 6.367 | 0.657 | 0.408 | 0.106 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 100.000 | 0.000 | 0.000 | | |

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMIA

ING. LUIS GERARDO MANUEL MORA
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531



Figura 21. Aplicación del bioestimulante sobre las plántulas de *P. americana* a los 30 días

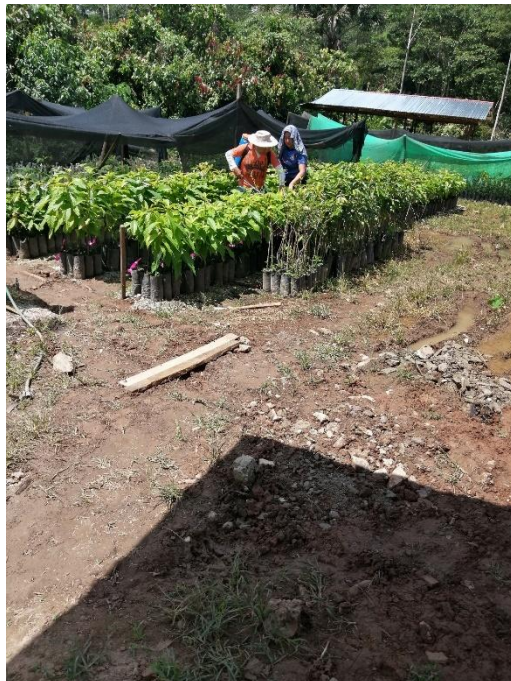


Figura 22. Aplicación del bioestimulante sobre las plántulas de *P. americana* a los 60 días



Figura 23. Aplicación del bioestimulante sobre las plántulas de *P. americana* a los 60 días



Figura 24. Aplicación del abono Mallki sobre el sustrato de las plántulas de *P. americana*



Figura 25. Aplicación del abono YaraMila sobre el sustrato de las plántulas de *P. americana*



Figura 26. Composición química del abono YaraMila



Figura 27. Medición del peso del abono Mallki