

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



**CRECIMIENTO DE PLANTONES INJERTADOS DE *Persea americana* (PALTO) EN  
DOS VARIEDADES HALL Y FUERTE UTILIZANDO DOS BIOESTIMULANTES A  
TRES DOSIS EN TINGO MARÍA, HUÁNUCO**

**Tesis**

**Para optar el título de:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:  
GRACIELA PAMELA MALLQUI MEDRANO**

**ASESOR:  
JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATIAS**

**Tingo María – Perú.**

**2025**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



Km 1.21 carretera Tingo María. Telf. (062) 561136 E.mail: [fagro@unas.edu.pe](mailto:fagro@unas.edu.pe).

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

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

**N° 028-2025-FA-UNAS**

BACHILLER : GRACIELA PAMELA MALLQUI MEDRANO


TÍTULO : CRECIMIENTO DE PLANTONES INJERTADOS DE *Persea americana* (PALTO) EN DOS VARIEDADES HALL Y FUERTE UTILIZANDO DOS BIOESTIMULANTES A TRES DOSIS EN TINGO MARÍA, HUANUCO.

JURADO CALIFICADOR


PRESIDENTE : M. Sc. FAUSTO SILVA CARDENAS  
VOCAL : M. Sc. JORGE LUIS ADRIAZOLA DEL AGUILA  
VOCAL : Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS  
ASESOR : M.Sc. JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATIAS


FECHA DE SUSTENTACIÓN : 03/12/2025  
HORA DE SUSTENTACIÓN : 10:00 A.M.  
LUGAR DE SUSTENTACIÓN : Sala de Audiovisuales de la F.A.  
CALIFICATIVO : MUY BUENO  
RESULTADO : APROBADO  
OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 03 DE DICIEMBRE DEL 2025

  
M. Sc. FAUSTO SILVA CARDENAS  
PRESIDENTE

  
M. Sc. JORGE LUIS ADRIAZOLA DEL AGUILA  
VOCAL

  
Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS  
VOCAL

  
M. Sc. JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATIAS  
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 Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

## CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N 032 - 2026 - 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% y contenido generado por Inteligencia Artificial menor o igual al 20%. Según establece el Art. 29° y 30° del Acuerdo Nro.017-2025-CIUNAS-VRI-UNAS.

### Programa de Estudio:

Agronomía

### Tipo de documento:



Tesis

X

Trabajo de Suficiencia Profesional

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE	
		SIMILITUD	CONTENIDO GENERADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL
CRECIMIENTO DE PLANTONES INJERTADOS DE <i>Persea americana</i> (PALTO) EN DOS VARIETADES HALL Y FUERTE UTILIZANDO DOS BIOESTIMULANTES A TRES DOSIS EN TINGO MARÍA, HUÁNUCO	GRACIELA PAMELA MALLQUI MEDRANO	08 % Ocho	Menor a 20 %

Tingo María, 03 de febrero de 2026.

 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**



**CRECIMIENTO DE PLANTONES INJERTADOS DE *Persea americana* (PALTO) EN DOS VARIETADES HALL Y FUERTE UTILIZANDO DOS BIOESTIMULANTES A TRES DOSIS EN TINGO MARÍA, HUÁNUCO**

<b>Autor</b>	:	Bach. Mallqui Medrano Graciela Pamela
<b>Asesor (es)</b>	:	M. Sc. Chávez Matias Jaime Joseph
<b>Área de Investigación</b>	:	Agricultura moderna y tradicional
<b>Línea de investigación</b>	:	Agroecología
<b>Grupo de Investigación</b>	:	Geomática y Agricultura sostenible en la Amazonia
<b>Lugar de ejecución</b>	:	Vivero de la Facultad de Agronomía UNAS. Tingo María – Huánuco.
<b>Duración del trabajo</b>	:	8 meses
<b>Financiamiento</b>	:	S/ 6 034,50

**Tingo María – Perú, noviembre 2025**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**VICERRECTOR DE INVESTIGACION**  
**Instituto de Investigación**  
**Unidad de Gestión de la Investigación**

**FORMATO PARA REGISTRAR EL PROYECTO 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 tesis : Crecimiento de plántones injertados de *Persea americana* (Palto) en dos variedades hall y fuerte utilizando dos bioestimulantes a tres dosis en Tingo María, Huánuco  
Objetivo General : Evaluar el crecimiento de los plántones injertados de *Persea americana* (palto) en dos variedades hall y fuerte utilizando dos bioestimulantes a tres dosis en Tingo María, Huánuco  
Autor de la Tesis : Graciela Pamela Mallqui Medrano  
DNI : 74580678  
Correo electrónico : graciela.mallqui@unas.edu.pe  
Asesor (es) : Ing. M. Sc. Jaime Josseph Chávez Matías  
Área de Investigación : Agricultura moderna y tradicional  
Grupo de Investigación : Geomática y Agricultura sostenible en la Amazonia  
Línea de investigación : Agroecología  
Lugar de ejecución : Vivero de la Facultad de Agronomía UNAS. Tingo María – Huánuco.  
Fecha de inicio : Abril del 2022  
Fecha de término : Noviembre del 2022  
Presupuesto : S/ 6 034,50  
Financiamiento : Propio ( X ) FIF ( ) Externo ( )

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

## DEDICATORIA

A DIOS, por haberme permitido estar en este mundo con su gran amor, brindándome salud y fuerzas para alcanzar mis metas, llenándome de alegrías y bendiciones en cada etapa de mi vida.

A mis padres, Iván Mallqui Sobrado y Elvira María Medrano Jara, por transmitirme principios y demostrarme que siempre se puede seguir adelante aun en momentos difíciles. Su respaldo incondicional ha sido mi mayor fuerza y la razón de mi crecimiento personal.

A mis queridos hermanos: Jhoselin, quien ha sido como una segunda madre para nosotros, sus hermanos menores; Andrea, por brindarme su apoyo incondicional y a mi hermano Kuennen, por su valioso cariño, confianza y por ser mi compañero en los momentos más difíciles, siempre levantando mi ánimo. Los llevaré siempre en mi corazón.

## **AGRADECIMIENTO**

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), por haberme acogido en la Facultad de Agronomía y por contribuir, a través de sus docentes, a mi desarrollo académico y profesional mediante la transmisión de conocimientos y valores propios de la disciplina.
  
- A Ing. M. Sc. Jaime Josseph Chávez Matías asesor del trabajo por su valioso aporte científico y orientación en la culminación de mi trabajo de investigación.
  
- A los miembros del jurado de tesis: Ing. M. Sc. Fausto Silva Cardenas, Ing. M. Sc. Jorge Adriazola Del Águila y al Ing. Carlos Miguel Miranda Armas, por su apoyo en la revisión y calificación del informe final.
  
- A mis amigos por el apoyo incondicional durante la etapa universitaria y por su amistad.

## ÍNDICE

	Página
RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1. Cultivo de palto .....	3
2.1.1. Características morfológicas .....	3
2.2. Requerimientos edafoclimáticos .....	4
2.3. Principales razas de Palto .....	5
2.3.1. Raza Mexicana .....	5
2.3.2. Raza antillana .....	5
2.3.3. Raza Guatemalteca .....	6
2.3.4. Palto común o criollo de la zona de Tingo María.....	6
2.3.5. Cultivares híbridos de aguacate de la raza Mexicana x Guatemalteca.....	6
2.4. Procesos de propagación .....	8
2.4.1. Selección de patrones .....	8
2.4.2. Injertación.....	8
2.4.3. Injerto a la corona.....	9
2.4.4. Condiciones para el éxito del injerto .....	9
2.5. Bioestimulantes .....	11
2.5.1. Principales grupos de bioestimulantes.....	11
2.5.2. Fitohormonas .....	13
2.5.3. Beneficios de los bioestimulantes.....	14
2.6. Bioestimulantes Agrostemin-GL.....	15
2.6.1. Composición del bioestimulante en algas frescas <i>Ascophyllum nodosum</i> ...	15
2.6.2. Características del producto.....	15
2.6.3. Dosis .....	15
2.6.4. Momentos de la aplicación .....	16
2.6.5. Alga Marina <i>Ascophyllum nodosum</i> .....	16
2.7. Bioestimulante Rumba .....	17
2.7.1. Composición.....	17
2.7.2. Característica .....	17

2.7.3. Dosis .....	17
2.7.4. Momentos de la aplicación .....	18
2.8. Trabajos relacionados .....	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	20
3.1. Lugar de ejecución .....	20
3.1.1. Registro de datos climatológicos de la estación principal climatológico .....	20
3.1.2. Zona de vida .....	21
3.2. Material y métodos .....	21
3.2.1. Componentes en estudio .....	22
3.2.2. Tratamientos en estudio .....	22
3.2.3. Diseño estadístico .....	23
3.2.4. Características del campo experimental .....	24
3.3. Ejecución del experimento .....	25
3.3.1. Obtención de plántulas de palto .....	25
3.3.2. Obtención de varas yemas e injertación .....	25
3.3.3. Control de malezas .....	26
3.3.1. Control de plagas y/o enfermedades .....	26
3.3.2. Riego .....	28
3.3.3. Eliminación de brotes del patrón .....	28
3.3.4. Aplicación de bioestimulantes .....	29
3.4. Evaluaciones biométricas .....	29
3.4.1. Diámetro, altura, número de brotes y número de hojas del injerto .....	29
3.4.2. Volumen y número de raíces y porcentaje de materia seca de los plántulas injertados .....	30
3.4.3. Área foliar .....	31
3.4.4. Análisis de la planta (aérea y radicular) .....	32
3.4.5. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio .....	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	33
4.1. Evaluación biométrica de las plantas injertadas de palto .....	33
4.1.1. Diámetro del injerto (mm) de 40 hasta los 160 días .....	33
4.1.2. Altura del injerto (cm) de 40 a los 160 días .....	37
4.1.3. Número de brotes de 100 a 160 días .....	41
4.1.4. Número de hojas de 100 a 160 días .....	44

4.2. Evaluaciones biométricas al final del experimento .....	49
4.2.1. Área foliar (cm <sup>2</sup> ) .....	49
4.2.2. Número de raíces y volumen radicular (cm <sup>3</sup> ) .....	51
4.2.3. Materia seca .....	55
4.3. Análisis especial de macro y micronutrientes de la planta de palto .....	58
4.3.1. Análisis aéreo .....	58
4.3.2. Análisis radicular .....	66
4.4. Análisis de rentabilidad de los tratamientos (B/C) .....	75
V. CONCLUSIONES.....	77
VI. PROPUESTAS A FUTURO .....	78
VII. REFERENCIAS .....	79
ANEXO.....	88

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Registro de datos climatológicos en el periodo febrero del 2022 a septiembre 2022	21
2. Descripción de los tratamientos en estudio. ....	22
3. Esquema del análisis de varianza. ....	23
4. Control de plagas y enfermedades durante el experimento. ....	27
5. Cuadrado medio del análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para diámetro del injerto (mm) después (ddi), con el efecto de dos bioestimulantes.....	33
6. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) diámetro del injerto (mm) después de la aplicación del bioestimulante en la variedad Hall y Fuerte .....	35
7. Cuadrados medios del análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para la altura del injerto (cm) después de la aplicación del bioestimulante .....	37
8. Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) altura del injerto (cm) con tres dosis aplicación del bioestimulante en las variedades Hall y Fuerte .....	40
9. Análisis de varianza (ANVA) ( $\alpha = 0,05$ ) de número de brotes del injerto después de la aplicación del bioestimulantes .....	41
10. Prueba Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) de número de brotes con tres dosis aplicación del bioestimulante en las variedades Hall y Fuerte .....	42
11. Análisis de varianza (ANVA) ( $\alpha = 0,05$ ) de número de hojas después de la aplicación del bioestimulantes.....	45
12. Prueba Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) de número de hojas, con tres dosis aplicación del bioestimulante en las variedades Hall y Fuerte .....	46
13. Cuadrados medios del análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ), área foliar (cm <sup>2</sup> ) plantones de palto .....	49
14. Prueba Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) área foliar (cm <sup>2</sup> ) de plantones de palto.....	50
15. Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) número de raíces y volumen radicular (cm <sup>3</sup> ) de plantones de palto .....	51
16. Prueba Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) número de raíces y volumen radicular (cm <sup>3</sup> ) de plantones de palto .....	52
17. Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) peso fresco (g) y seco (g) de plantones de palto .....	55
18. Prueba Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) peso fresco (g) y seco (g) de plantones de palto .....	56

19. Promedio del análisis de Ramas y hojas de macro y microelementos .....	73
20. Promedio del análisis radicular de macro y microelementos .....	74
21. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio. ....	75
22. Datos de evaluación de la altura (cm) de injerto desde el día 40 a 160.....	89
23. Datos de evaluación del diámetro (mm) del patrón de palto desde el día 40 a 160 .	90
24. Datos de evaluación del diámetro (mm) del injerto de palto desde el día 40 a 160 .	91
25. Datos de evaluación de número de brote de palto desde el día 40 a 160 .....	92
26. Datos de evaluación de número de hojas de palto desde el día 40 a 160 .....	93
27. Datos de evaluación de número de raíces y volumen de radicular (cm <sup>3</sup> ) de palto desde el día 40 a 160.....	94
28. Datos de evaluación % de materia seca de palto a los 160 días después del injerto.....	94
29. Datos de área foliar (m <sup>2</sup> ) evaluado a los 160 días después del injerto .....	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Ubicación de lugar de ejecución del experimento (Google Earth Pro, 2024) .....	20
2. Varas yemas de palto: a. Variedad Hall y b. Variedad Fuerte .....	25
3. Reconocimiento y control de plagas: a. y b. Lasiodiplodia theobromae, c. Mosca blanca y d. Aplicación de plaguicidas .....	28
4. Dosificación de bioestimulantes: a. Agrostemin – GL y b. Rumba .....	29
5. Evaluación de planta: a. Diámetro de injerto, b. Altura de injerto, c. Número de hojas y d. Registro de evaluación .....	30
6. Evaluación final del experimento: a. Selección de plantas por tratamiento, b. Número de raíces, c. Volumen radicular y d. Peso fresco .....	31
7. Tendencia polinómica del diámetro del injerto (mm) con tres dosis de dos tipos de bioestimulantes a los 160 días después del injerto en dos variedades de palto .....	36
8. Tendencia polinómica de la altura del injerto (cm) con tres dosis de dos tipos de bioestimulantes a los 160 días después del injerto en dos variedades de palto .....	41
9. Tendencia polinómica del número de brotes con tres dosis de dos tipos de bioestimulantes a los 160 días después del injerto en dos variedades de palto .....	44
10. Tendencia polinómica del número de hojas con tres dosis de dos tipos de bioestimulantes a los 160 días después del injerto en dos variedades de palto .....	47
11. Área foliar (cm <sup>2</sup> ) del injerto de palto por el efecto de dos bioestimulantes con tres dosis en la variedad Fuerte y Hall a partir del peso fresco y seco de la planta (Tabla 18) .....	51
12. Número de raíz de palto por el efecto de dos bioestimulantes con tres dosis en la variedad Fuerte y Hall .....	54
13. Volumen radicular (cm <sup>3</sup> ) del patrón del injerto de palto por el efecto de dos bioestimulantes con tres dosis en la variedad Fuerte y Hall .....	54
14. Porcentaje de materia seca (%) de plantones de palto por el efecto de dos bioestimulantes con tres dosis en la variedad Fuerte y Hall de palto .....	57
15. Tendencia polinómica de correlación de dosis de dos bioestimulante en la variedad Hall y Fuerte del contenido de Nitrógeno en las hojas y ramas .....	59
16. Tendencia polinómica de correlación de dosis de dos bioestimulante en la variedad Hall y Fuerte de Fosforo (P) hojas y ramas .....	61

17. Tendencia polinómica de correlación de dosis de dos bioestimulante en la variedad Hall y Fuerte de potasio (K) hojas y ramas .....	62
18. Tendencia polinómica de correlación de dosis de dos bioestimulante en la variedad Hall y Fuerte de Cobre (Cu) hojas y ramas .....	64
19. Tendencia polinómica de correlación de dosis de dos bioestimulante en la variedad Hall y Fuerte de Hierro (Fe) hojas y ramas .....	64
20. Tendencia polinómica de correlación de dosis de dos bioestimulante en la variedad Hall y Fuerte de Zinc (Zn) hojas y ramas .....	65
21. Tendencia polinómica de correlación de dosis de dos bioestimulante en la variedad Hall y Fuerte del contenido de Nitrógeno en la raíz.....	67
22. Tendencia polinómica de correlación de dosis de dos bioestimulante en la variedad Hall y Fuerte del contenido de Fosforo (P) en la raíz.....	69
23. Tendencia polinómica de correlación de dosis de dos bioestimulante en la variedad Hall y Fuerte del contenido de Potasio (K) en la raíz.....	70
24. Tendencia polinómica de correlación de dosis de dos bioestimulante en la variedad Hall y Fuerte del contenido de Zinc (Zn) en la raíz.....	71
25. Croquis del campo experimental .....	96
26. Croquis de un tratamiento .....	97
27. Tratamientos del trabajo de investigación durante el último periodo .....	97
28. Preparación de etiquetas para los tratamientos en estudio .....	98
29. Labores durante el trabajo de investigación: a. Eliminación de hojas del patrón, b. Aplicación de bioestimulante, c. Gigantografía del trabajo de investigación y d. Evaluación de plantas (diámetro, altura, número de brote y hojas). .....	98
30. Pasos para hallar el área foliar: a. Tomar foto a todas las hojas de la planta y b. Llevar la fotografía al programa ImagenJ .....	99
31. Determinación de macro y microelementos: a. Muestras salido de estufa para realizar el triturado, b. Cocinado de la ceniza con ácido Clorhídrico, c. enfriado después del cocinado la muestra en la estufa, d. preparado de Ácido Clorhídrico para tomar lectura según la reacción, e. Lectura según la reacción y f. Muestras para la lectura espectrofotómetro .....	100
32. Análisis especial del contenido de macro y micronutrientes de hojas y ramas.....	101
33. Análisis especial del contenido de macro y micronutrientes de la raíz.....	102
34. Datos climatológicos de la estación principal de Tingo María (CP) .....	103

35. Visita de Jurado Ing. Carlos Miguel Miranda Armas y Asesor M. Sc. Jaime J. Chávez Matías .....	104
--	-----

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en el vivero “El Agrónomo” de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en Tingo María, con el objetivo de evaluar el crecimiento de injertos de palto (*Persea americana*) en dos variedades (Hall y Fuerte), mediante la aplicación de dos bioestimulantes (Agrostemin-GL y Rumba) en tres dosis (15, 30 y 60 ml/20 L). El experimento tuvo una duración de ocho meses, durante los cuales se realizaron labores de manejo cultural, control fitosanitario y aplicación de los bioestimulantes. Se evaluó 14 tratamientos en estudio en los parámetros de crecimiento del diámetro y altura del injerto, número de brotes y hojas, área foliar, peso fresco y seco de raíz y porcentaje de materia seca. El análisis estadístico se realizó mediante la prueba de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ). Los resultados indicaron que los tratamientos T<sub>6</sub> (Agrostemin-GL + 60 ml/20 L + variedad Fuerte) y T<sub>12</sub> (Rumba + 60 ml/20L + variedad Fuerte) presentaron los mejores resultados en las evaluaciones periódicas, destacando el T<sub>6</sub> en diámetro del injerto (10,2 mm) y el T<sub>12</sub> en altura (46,59 cm) y número de hojas (56,12). En la evaluación final, otros tratamientos como T<sub>10</sub> y T<sub>11</sub> mostraron mejores respuestas en parámetros destructivos, sin diferencias estadísticas significativas respecto a T<sub>6</sub> y T<sub>12</sub>. El tratamiento T<sub>6</sub> resultó ser el más rentable, con una relación beneficio/costo de 1,48.

**Palabras Clave:** Biomasa, altura de injerto, número de hoja, área foliar y rentabilidad.

## ABSTRACT

The present study was carried out in the school of agronomy's plant nursery "El Agronomo," at the Universidad Nacional Agraria de la Selva in Tingo Maria, [Peru,] with the objective of evaluating the growth of avocado grafts (*Persea americana*) for two varieties (hall and fuerte), through the application of two biostimulants (Agrostemin-GL and Rumba) at three doses (15, 30 and 60 ml/20 L). The duration of the experiment was eight months, during which, work such as culture management, phytosanitary control and the application of the biostimulants was done. Fourteen treatments were evaluated in the study for the growth parameters of diameter and graft height, number of sprouts and leaves, foliar area, fresh and dry weight of the roots, and the percentage of dry matter. The statistical analysis was done using the Duncan test ( $\alpha = 0.05$ ). The results indicated that treatments T<sub>6</sub> (Agrostemin-GL + 60 ml/20 L + fuerte variety) and T<sub>12</sub> (Rumba + 60 ml/20 L + fuerte variety) presented the best results for the periodic evaluations, [where] T<sub>6</sub> stood out for the graft diameter (10.2 mm), and T<sub>12</sub> for the height (46.59 cm) and number of leaves (56.12). For the final evaluation, other treatments such as, T<sub>10</sub> and T<sub>11</sub> showed improved responses for destructive parameters, without significant statistical differences, with respect to T<sub>6</sub> and T<sub>12</sub>. Treatment T<sub>6</sub> resulted as being the most profitable, with a benefit/cost relationship of 1.48.

**Keywords:** biomass, graft height, number of leaves, foliar area, profitability

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del palto *Persea americana* representa un valor económico en la agricultura generando pequeños y medianos productores en las diversas regiones del Perú por su creciente demanda en los mercados nacionales e internacionales. En la región Huánuco, específicamente en el distrito de Rupa - Rupa, provincia de Leoncio Prado, localidad de Tingo María, el cultivo de palto ha tenido un impulso pequeño pero significativo en los últimos años y debido a las condiciones agroecológicas no favorables como clima cálido húmedo, suelos arcilloso, francos y arena más la alta precipitación, siendo una de las principales limitantes que enfrentan los viveristas y agricultores de la zona es el bajo vigor inicial y desarrollo desigual de los plántones injertados, lo que repercute negativamente en la etapa de campo y en la futura producción.

Ante esta problemática, el uso de bioestimulantes surge como una alternativa tecnológica eficaz para mejorar el crecimiento de las plantas injertadas durante la etapa de vivero en donde está expuesto al estrés, plagas y enfermedades. Según estudios los bioestimulantes se definen como sustancias o microorganismos que, aplicados a las plantas o al suelo, estimulan los procesos fisiológicos naturales y mejoran la eficiencia en la absorción de nutrientes, la tolerancia al estrés abiótico y la calidad del cultivo (du Jardin, 2015). Estos productos se clasifican en diversas categorías, entre las cuales destacan los bioestimulantes a base de extractos de algas marinas y los bioestimulantes de origen microbiano (Calvo et al., 2014; Roupheal & Colla, 2020).

No obstante, la respuesta de los plántones a la aplicación de bioestimulantes puede variar según la dosis empleada, el tipo de producto utilizado y la variedad del injerto. Por ello, resulta necesario realizar investigaciones que determinen la combinación más eficiente de estos factores. En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de dos bioestimulantes uno a base de extracto de algas marinas y otro de origen microbiano aplicados foliarmente en tres dosis distintas sobre el crecimiento de plántones injertados de palto de las variedades Hall y Fuerte en condiciones de vivero.

Asimismo, se evaluará la biomasa total de las plantas, a través del peso seco de la parte aérea y radicular, como indicador del desarrollo de los plántones. Los resultados permitieron identificar las combinaciones de variedad y dosis de bioestimulante que generan un mayor crecimiento fisiológico, optimizando la eficiencia en la producción de injerto de palto.

Este estudio buscó recomendaciones prácticas y científicamente fundamentadas para los viverista de la zona, quienes podrán optimizar el uso de insumos y mejorar el estándar de los plantones producidos. Además, se busca generar conocimiento en relación entre los factores genéticos como variedades y tecnológicos como el uso de bioestimulantes, contribuyendo al establecimiento de plantones más vigorosos, uniformes y con mayor biomasa, factores determinantes para el éxito del cultivo en campo lo que permitirá establecer estrategias más sostenibles para la producción de palto en el trópico húmedo peruano.

### **Objetivo general**

Evaluar el crecimiento de los plantones injertados de *Persea americana* (palto) en dos variedades hall y fuerte utilizando dos bioestimulantes a tres dosis en Tingo María, Huánuco

### **Objetivos específicos**

1. Comparar los parámetros biométricos de plantones de *P. americana*, por efecto de dos tipos y tres dosis de bioestimulante en dos variedades Hall y Fuerte.
2. Comparar el efecto de dos bioestimulantes, aplicados en dosis de 15, 30 y 60 ml por 20 L, sobre el crecimiento de los injertos de dos variedades de palto.
3. Determinar el beneficio costo de plantones de los tratamientos en estudio.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Cultivo de palto**

El cultivo de palto, conocido también como aguacate, se erige como una plantación frutal subtropical que demanda condiciones específicas de suelo y clima para su óptimo desarrollo (Vilca, 2019). En regiones mayormente de América Latina, este cultivo requiere técnicas especializadas como la poda regular, el control preciso del riego y una correcta aplicación de fertilizantes. Su ciclo de cultivo prolongado, así como su notable sensibilidad a variables climáticas como heladas y sequías hacen de este cultivo una producción agrícola que precisa de cuidados para lograr su productividad esperada (Silva, 2022).

#### **2.1.1. Características morfológicas**

Es un árbol que en su ambiente natural puede superar los 10 m de altura, con una copa de diámetro que puede alcanzar los 25 m en su etapa adulta. Esta especie exhibe una morfología polimórfica, presentando diversas formas de crecimiento como columnar, piramidal, obovado, rectangular, circular, semicircular, semiolímpico e irregular, entre otras (Leandro, 2015). Además, es importante destacar que el aguacate muestra características de dicogamia y protoginia, lo que significa que sus flores tienen la peculiaridad de abrirse dos veces, primero como flores femeninas y luego como masculinas (Vilca, 2019).

##### **2.1.1.1. Raíz**

Según Huamán (2018), se caracteriza por ser superficial, generalmente alcanzando una profundidad de 1 a 1,5 m, con escasa presencia de raicillas absorbentes. Esta particularidad implica que la absorción de agua y nutrientes se lleva a cabo principalmente a través de las puntas de las raíces mediante los tejidos primarios. Sin embargo, esta morfología también hace al árbol susceptible al exceso de humedad, ya que puede resultar en asfixia radicular y facilitar la entrada de microorganismos patógenos que dañan el tejido radicular, lo que puede llevar a la muerte de las plantas.

##### **2.1.1.2. Tallo**

Estructura leñosa, de naturaleza erecta y ramificada, con una corteza grisácea y rugosa. Puede alcanzar alturas de hasta 20 m y un diámetro de 60 cm. Destacan las lenticelas, pequeñas aberturas presentes en la corteza que permiten el intercambio

gaseoso. En su interior, se distingue un sistema vascular bien desarrollado, compuesto por xilema y floema, encargados del transporte de agua y nutrientes respectivamente, proporcionando así un soporte vital para el crecimiento y desarrollo de la planta (Malpartida, 2023).

#### **2.1.1.3. Ramas**

Según Caycho (2021), son generalmente flexibles y ramificadas, con una disposición que tiende a ser ascendente. Presentan hojas simples, alternas y de forma elíptica a lanceolada, con un nervio central prominente. Las ramas más jóvenes pueden tener una coloración rojiza o violácea, mientras que las ramas más viejas adoptan tonalidades grises o marrones. En las ramas maduras, se pueden observar pequeñas yemas laterales que dan lugar a nuevas ramificaciones, contribuyendo así al crecimiento y expansión del árbol (Barrientos, 2024).

#### **2.1.1.4. Hojas**

Según Lima (2015), se disponen de forma alterna en las ramas, agrupándose en las puntas. Su base puede ser acunada u obtusa, mientras que el ápice varía entre agudo, obtuso o acuminado. Presentan de 4 a 10 pares de nervaduras laterales, de color amarillo pálido y transparentes, formando una red densa en la superficie de la hoja. Tienen una consistencia coriácea y una forma que va desde oblonga hasta ovalada, con longitudes que oscilan entre 8 y 40 cm, y pecíolos de 1,5 a 5 cm de largo. Durante su juventud, las hojas exhiben un tono rojizo, que evoluciona hacia un verde oscuro y poco brillante en la madurez.

Por otro lado, las ramillas cilíndricas o prismáticas portan estas hojas de manera alterna, cada una con una yema axilar y la lámina foliar muestra dimensiones que van desde 5 hasta 20 cm de largo por 3 a 12 cm de ancho, con una cubierta de pubescencia que varía con la edad, siendo lisa y brillante en el haz y pubescente en el envés (Huamán, 2018). Estas características, incluyendo la variación de color desde verde oscuro hasta amarillo verdoso, son elementos distintivos que permiten diferenciar las diversas variedades de esta especie.

## **2.2. Requerimientos edafoclimáticos**

Según Mora y Acuña (2015), para lograr un éxito en la propagación del cultivo de aguacate, el vivero debe:

El suelo debe contar con una estructura ligera y un adecuado sistema de drenaje para prevenir acumulaciones de agua. Dado que el vivero de aguacate será un espacio de uso permanente, es recomendable contar con estructuras como invernaderos que puedan estar revestidos con materiales como plásticos y sarán, proporcionando entre un 25 y 40 % de sombra. Esta sombra es especialmente beneficiosa durante las etapas de siembra, germinación e injertación, así como al inicio del crecimiento del injerto. Posteriormente, las plantas deben ser gradualmente trasladadas al aire libre, manteniéndolas protegidas del viento y de la radiación solar excesiva. La temperatura óptima para un desarrollo continuo de las plantas se sitúa entre 26 y 28 °C. Se recomienda la excavación de zanjas alrededor del vivero para facilitar el drenaje de agua excesiva, al mismo tiempo que se previenen las posibles entradas de agua que podrían propagar enfermedades del suelo.

### **2.3. Principales razas de Palto**

#### **2.3.1. Raza Mexicana**

Originaria de las zonas altas y templadas de México y Guatemala. Se caracteriza por árboles de porte medio y hojas pequeñas (8–15 cm), de color verde oscuro, con aroma a anís debido a la presencia de aceites esenciales. Los frutos son pequeños a medianos (150–250 g), con cáscara delgada, lisa o ligeramente rugosa, de color verde oscuro a negro al madurar. Su pulpa contiene un alto porcentaje de aceite (hasta 30%). Esta raza es la más resistente al frío entre las tres (Olaeta & Undurraga, 2015; Popenoe et al., 2002).

#### **2.3.2. Raza antillana**

Bernal et al. (2020) señalan que la raza antillana, *Persea americana* var. americana, es un árbol nativo de las selvas de las tierras bajas de Centroamérica, caracterizado por el gran tamaño de sus frutos, que pueden pesar entre 250 y 2 500 gramos. Estos frutos tienen formas ovaladas, redondas o piriformes, con una cáscara brillante, tersa o correosa, flexible, delgada y no granulada, que puede ser de color verde, verde amarillento, verde brillante, amarillo rojizo, rojo, morado o negro. La pulpa de estos frutos es baja en grasa (5 a 15 %) y alta en azúcar (5 %). La semilla es de considerable tamaño y normalmente no llena por completo el espacio que la contiene. Además, las hojas de estos árboles no tienen aroma distintivo.

### **2.3.3. Raza Guatemalteca**

Procede de las regiones montañosas de Guatemala y el sur de México. Los árboles son vigorosos, de hojas grandes y gruesas, adaptados a climas templados. Los frutos son medianos a grandes (300–600 g), con cáscara gruesa, rugosa y dura, de color verde oscuro, que se mantiene al madurar. La semilla es pequeña, y la pulpa es cremosa, con contenido de aceite entre 15 y 25%. La maduración de los frutos es tardía, y la raza muestra resistencia intermedia al frío (Borys, 1994; Popenoe et al., 2002).

### **2.3.4. Palto común o criollo de la zona de Tingo María**

Según Miranda (1994), se trata de una planta de vigor fuerte, de tipo franco que alcanza una altura de 15 metros y tiene un ancho de tronco de 0,5 metros. Su forma es ovada, con una superficie rugosa y ramificación axial, presentando ángulos de inserción de ramas de menos de 90° y una longitud de 1,05 m entre los entrenudos. Las ramas jóvenes son de color rojo y tienen una superficie pubescente. Su período de fructificación abarca desde mayo hasta noviembre, produciendo frutos en racimo. Los frutos tienen una longitud de 17 cm y un peso de 650 g, con una cáscara de rugosidad intermedia de color verde, de 1 mm de grosor. La pulpa es de color verde claro. La semilla pesa 92 g, con una longitud de 6,7 cm y un diámetro de 4,5 cm (Tarazona, 2017).

### **2.3.5. Cultivares híbridos de aguacate de la raza Mexicana x Guatemalteca**

#### **2.3.5.1. Variedad Hall**

Se trata de un híbrido entre la raza antillana, se caracteriza por su porte vigoroso y copa redondeada, con ramas principales gruesas y bien distribuidas. El tallo es leñoso, de textura rugosa y color marrón grisáceo, con una corteza que presenta lenticelas visibles que facilitan los procesos de intercambio gaseoso. Su sistema radicular es de tipo pivotante, con raíces principales profundas y abundantes raíces secundarias superficiales que mejoran la absorción de agua y nutrientes, aunque muestran sensibilidad al exceso de humedad en el suelo (Olaeta & Undurruga, 2015). Las hojas son simples, alternas, de forma elíptica a lanceolada, con márgenes enteros y ápice acuminado, tienen pecíolos cortos y muestran un color verde brillante en el haz, mientras que el envés es más claro y ligeramente pubescente.

Las flores son pequeñas, hermafroditas y se agrupan en inflorescencias paniculadas terminales. Cada flor posee un perianto verde amarillento, seis estambres fértiles y tres estaminodios. La floración presenta un patrón dicógamo, abriendo en dos fases femenina y masculina que favorecen la polinización cruzada (Popenoe et al., 2002). En cuanto al fruto muestra buena calidad, con una semilla mediana y una pulpa de textura agradable y la semilla es de tamaño mediano a grande, con una longitud promedio de 6 a 7 cm y un diámetro de 5 a 6 cm, acorde al mayor tamaño del fruto característico de esta variedad (Olaeta & Undurraga, 2015; Franciosi, 1992, citado por Tarazona, 2017). Se adapta adecuadamente a altitudes comprendidas entre 0 y 1 500 m s. n. m., mostrando un desempeño sobresaliente en Chanchamayo y otras zonas de la selva central del Perú (Franciosi, 1992, citado por Tarazona, 2017).

#### **2.3.5.2. Variedad Fuerte**

Según Lemus et al. (2010), la variedad Fuerte es un híbrido resultado del cruce entre las razas guatemalteca y mexicana, es una de las variedades más difundidas en América Latina por su buena calidad de fruto, alta productividad y resistencia moderada al frío (Olaeta & Undurraga, 2015). El árbol presenta porte mediano a grande, con ramas extendidas y una copa semiesférica amplia.

El tallo es robusto, de color marrón grisáceo y textura ligeramente fisurada, mientras que el vigor vegetativo es moderado, aunque es sensible al exceso de humedad (Popenoe et al., 2002). Las hojas son simples, alternas, de forma elíptica a lanceolada. El haz es verde oscuro, el envés más pálido (Popenoe et al., 2002).

El árbol de la variedad Fuerte posee una vida productiva prolongada, floración media y alta adaptabilidad en zonas con temperaturas entre 15 y 25 °C. Su floración tipo B la convierte en una excelente opción como polinizadora de variedades tipo A, como Hass. Produce frutos de buena calidad comercial, con cáscara delgada, pulpa cremosa y semilla mediana (Cossio, 2020). Esta variedad es susceptible a bajas temperaturas y requiere un buen suministro de nitrógeno para mantener su productividad. Los frutos son de tamaño mediano, con un peso promedio de 300 a 400 g, y el cultivo se desarrolla con éxito en altitudes de 0 a 1 000 m s. n. m. La semilla es de tamaño mediano, con una longitud aproximada de 5 a 6 cm y un diámetro de 4 a 5 cm. Generalmente se encuentra bien centrada dentro del fruto, lo

que favorece un mayor rendimiento de pulpa. (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAG], 2008).

## **2.4. Procesos de propagación**

De acuerdo con Ircañaupa (2009), la propagación del árbol de palto es el conjunto de técnicas utilizadas para reproducir la planta, permitiendo que se desarrolle a partir de semillas, esquejes o injertos. Este proceso implica crear condiciones óptimas para que las partes seleccionadas de la planta madre generen nuevas raíces o brotes, dando lugar a nuevos árboles. Se emplean diversos métodos según las características de la planta y el propósito deseado, ya sea obtener plantas genéticamente idénticas o variedades (De la Luz, 1999).

### **2.4.1. Selección de patrones**

Quiroz (2018) enfatiza que la correcta selección del patrón es esencial para obtener plantas sanas y vigorosas, ya que cada zona cuenta con variedades con diferentes niveles de resistencia. Actualmente se priorizan patrones que toleren *P. cinnamomi*, presenten resistencia a la salinidad y permitan alcanzar mayores rendimientos por hectárea.

Según Mora y Acuña (2015), es recomendable que tanto las semillas destinadas a los patrones como las varas de las variedades seleccionadas a injertar provengan de plantas cuidadosamente seleccionados. Dichos árboles deben destacarse por su calidad, producción, vigor y salud. Es esencial que los patrones seleccionados sean saludables, con buenas características morfológicas y una adaptación óptima para la región.

Los patrones utilizados como portainjertos deben provenir de árboles nativos o locales que demuestren buena rusticidad y adaptación al ambiente. Se recomienda obtener las semillas de árboles adultos con al menos dos ciclos de producción, bien conformados, productivos y adecuados a las condiciones de clima y suelo, además de ofrecer frutos de calidad. Es indispensable que estos árboles estén libres de enfermedades y muestren tolerancia o resistencia ante los principales agentes patógeno (Mejía, 2009).

### **2.4.2. Injertación**

Campos et al. (2012) indican que el momento adecuado para injertar el patrón criollo es cuando la planta alcanza alrededor de diez meses de edad o un grosor aproximado de 1,5 cm en la base del tallo, siendo más recomendable realizarlo entre los meses

de mayo y agosto. Es importante que la vareta que se utilizará para el injerto tenga un grosor similar al del tallo del patrón en el que se realizará el injerto.

Según Morales (1988), el injerto se efectúa cuando el tallo del patrón presenta un diámetro cercano a 1 cm, lo que generalmente se alcanza a los seis meses de la siembra, aproximadamente a 10 cm sobre la base de la planta.

Campos et al. (2012) indica que, en el palto, existen diversos métodos de injertación, entre ellos el injerto enchapado lateral, de yema, de yema en escudete o parche, y el injerto de hendidura se pueden realizar varios tipos de injertos, entre los cuales se encuentran el enchapado lateral, la yema, la yema en escudete o parche, y el de hendidura. Cada uno de estos métodos tiene sus propias ventajas y consideraciones específicas. Por ejemplo, el injerto de enchapado lateral es comúnmente utilizado y efectivo, mientras que el de yema en escudete o parche es adecuado para ciertos tipos de variedades.

### **2.4.3. Injerto a la corona**

Medina (2014) señala que el injerto por corona es una técnica adecuada para ramas de gran grosor, de hasta 20 cm de diámetro, y resulta especialmente útil cuando se desea cambiar la variedad en árboles ya establecidos. Se recomienda realizarlo a finales del invierno o al inicio de la primavera, momento en que el patrón reinicia su flujo de savia. El procedimiento consiste en efectuar un corte horizontal en el patrón, mientras que a la púa se le realiza un corte en bisel retirando la corteza. Posteriormente, se colocan varias púas con dos o más yemas bajo la corteza del patrón, asegurando su correcta inserción. Finalmente, se fija todo el conjunto mediante un amarre firme y la aplicación de pasta selladora.

### **2.4.4. Condiciones para el éxito del injerto**

De acuerdo con Estrada (2014), existen seis condiciones cruciales para asegurar el éxito del injertado. Primero, la variedad y el patrón deben ser compatibles, es decir, capaces de unirse y formar una planta única. Segundo, tanto la variedad como el patrón deben originarse de material vegetal sano, libre de enfermedades y virus. Además, el cambium de ambas partes de la capa generatriz ubicada bajo la corteza debe quedar perfectamente alineado y en estrecho contacto para asegurar una correcta unión.

Es crucial también realizar el injertado en el momento oportuno, cuando tanto el patrón como la variedad estén en un estado fisiológico adecuado de la actividad vegetativa. En caso la corteza está muy pegada y se separa con dificultad, por lo general, no es el momento oportuno. Después del injertado, es fundamental proteger cuidadosamente todas las superficies cortadas con cinta plástica para evitar la desecación e infección de los tejidos.

#### **2.4.4.1. Cuidados del injerto**

Es crucial comprender la afinidad entre el patrón y el injerto, eligiendo la época adecuada cuando ambos estén en su máxima vitalidad para favorecer el rápido desarrollo de las yemas. Se recomienda realizar el injerto cuando la corteza del patrón se desprenda fácilmente (Juscafresca, 1963). Después del proceso, al cabo de 15 a 20 días, es común que aparezcan nuevos brotes en el patrón, los cuales deben ser eliminados con cuidado y desinfectados para evitar infecciones. Una vez que el injerto haya prendido, se deben retirar las ligaduras para facilitar la circulación de la savia y se debe estar atento a los nuevos brotes del patrón que también requerirán ser eliminados para un óptimo desarrollo del injerto (Mainardi, 1996).

#### **2.4.4.2. Incompatibilidad**

Según Hartmann y Kester (1971), cuando el portainjerto y la púa pertenecen a materiales genéticamente no relacionados, es frecuente que la unión injertada no se desarrolle adecuadamente debido a problemas de incompatibilidad. Aunque en una primera etapa el injerto pueda aparentar un prendimiento exitoso, con el tiempo suelen manifestarse señales de falla. Entre estos síntomas se encuentran la incapacidad para consolidar una unión estable, el amarillamiento y posterior caída anticipada de las hojas, la reducción del crecimiento vegetativo, necrosis en los tejidos periféricos de la púa y, en situaciones severas, la muerte del árbol dentro de uno a dos años.

##### **a. Causas de la incompatibilidad**

Una causa importante de la incompatibilidad entre portainjerto y púa es la diferencia en sus hábitos de crecimiento, incluyendo variaciones en vigor o en la sincronización de sus fases vegetativas. Del mismo modo, las diferencias fisiológicas y bioquímicas pueden desencadenar la producción de enzimas o compuestos que

reducen la actividad del cambium e impiden el adecuado desarrollo de los tejidos de floema y xilema. Asimismo, puede ocurrir que, aunque el xilema se conecte correctamente en la zona de injertación, el floema no llegue a unirse, lo cual provoca el colapso y muerte progresiva del sistema radicular, y posteriormente el debilitamiento y muerte de la parte aérea del árbol (Hartmann y Kester, 1971).

#### **2.4.4.3. Desarrollo de injerto**

Una vez que el injerto ha desarrollado brotes y alcanzado una altura de 15 a 20 cm, se inician las fertilizaciones regulares con urea al suelo. La etapa de plantón terminado se define cuando el brote del injerto logra una altura de entre 30 a 60 cm, variando según la variedad. Todo el proceso de propagación tiene una duración aproximada de 12 a 18 meses (Castro et al., 2008).

### **2.5. Bioestimulantes**

Los bioestimulantes son compuestos orgánicos o sintéticos, a menudo una combinación de fitohormonas, que al ser aplicados externamente estimulan los procesos fisiológicos naturales, mejorando la eficiencia en la absorción de nutrientes, la tolerancia al estrés abiótico (como sequía, salinidad o temperaturas extremas) y la calidad del cultivo, sin ser considerados fertilizantes o pesticidas (du Jardin, 2015).

A diferencia de los fertilizantes, los bioestimulantes no aportan nutrientes directamente, sino que optimizan el metabolismo vegetal para que la planta los aproveche mejor. Su acción se relaciona con la activación de enzimas, el aumento de la síntesis de hormonas de crecimiento, la formación de raíces y la regeneración de tejidos (Rouphael & Colla, 2020).

#### **2.5.1. Principales grupos de bioestimulantes**

##### **2.5.1.1. Algas marinas**

Las algas marinas constituyen una importante fuente natural de compuestos bioactivos con capacidad para promover el crecimiento y desarrollo vegetal. Los extractos obtenidos de especies como *Ascophyllum nodosum*, *Sargassum spp.* y *Laminaria spp.* son ampliamente utilizados en la agricultura como bioestimulantes, gracias a su alto contenido

de fitohormonas, polisacáridos, aminoácidos, vitaminas y minerales esenciales (Battacharyya et al., 2015). Estos extractos influyen positivamente en los procesos fisiológicos de las plantas, favoreciendo el desarrollo radicular, la eficiencia en la absorción de nutrientes, la actividad fotosintética y la tolerancia frente a factores de estrés abiótico como sequías, salinidad o temperaturas extremas (Khan et al., 2009). Entre sus principales mecanismos de acción se incluyen:

- Estimulación del crecimiento vegetal: las auxinas, giberelinas y citoquininas presentes en las algas estimulan la división celular y la elongación de raíces y brotes.
- Incremento de la tolerancia al estrés: los polisacáridos, como el alginato y los laminaranos, activan enzimas antioxidantes y fortalecen la estructura celular, mejorando la resistencia ante condiciones desfavorables.
- Optimización de la absorción y transporte de nutrientes: los compuestos orgánicos derivados de las algas aumentan la permeabilidad de las membranas y la eficiencia metabólica de las plantas.
- Fortalecimiento del injerto: en plantas injertadas, los extractos de algas favorecen la formación de callo y la reconexión vascular entre el patrón y la variedad, incrementando la tasa de prendimiento (Abdel-Razzak et al., 2019).

#### **2.5.1.2. Extractos de cultivos microbianos**

Los extractos derivados de cultivos microbianos provienen del metabolismo de microorganismos benéficos como bacterias de los géneros *Bacillus*, *Azospirillum*, *Pseudomonas* y hongos del género *Trichoderma*. Estos productos actúan como bioestimulantes al fomentar el crecimiento vegetal y fortalecer la salud del cultivo (Calvo et al., 2014). A diferencia de los inoculantes microbianos, estos extractos no contienen necesariamente células vivas, sino metabolitos secundarios, enzimas, aminoácidos, vitaminas, polisacáridos y fitohormonas producidas durante la fermentación. Dichos compuestos mejoran el metabolismo vegetal, favoreciendo la absorción de nutrientes, el crecimiento radicular, la tolerancia al estrés y la resistencia frente a patógenos (Bashan et al., 2014). Los mecanismos principales de acción son:

- Estimulación del crecimiento radicular y aéreo: las auxinas y citoquininas presentes en los extractos microbianos promueven la formación de raíces laterales

y la elongación celular, aumentando la eficiencia en la captación de agua y nutrientes (Rouphael & Colla, 2020).

- Producción de compuestos promotores del crecimiento (PGPR): los metabolitos generados por los microorganismos incluyen ácido indolacético (AIA) y giberelinas, que estimulan la germinación, el enraizamiento y el vigor vegetal (Calvo et al., 2014).

- Activación de mecanismos de defensa: los metabolitos microbianos pueden inducir resistencia sistémica, promoviendo la síntesis de fenoles, lignina y enzimas antioxidantes como peroxidasas y polifenoloxidasas (Bashan et al., 2014).

- Beneficios en plantas injertadas: en cultivos injertados, estos extractos facilitan la formación de callo y reducen el estrés oxidativo, lo que mejora la cicatrización en la zona de unión (Rouphael & Colla, 2020).

## **2.5.2. Fitohormonas**

### **2.5.2.1. Hormonas**

Las principales hormonas vegetales relacionadas con la acción de los bioestimulantes son las auxinas, giberelinas, citoquininas y el ácido abscísico. Las auxinas, como el ácido indolacético (IAA), desempeñan un rol esencial en el desarrollo de raíces y tallos. Las giberelinas, entre ellas el ácido giberélico (GA), intervienen en la elongación del tallo y en la activación de la germinación. Las citoquininas, como la zeatina, están asociadas con la división celular y el crecimiento de brotes laterales. Por su parte, el ácido abscísico (ABA) participa en los mecanismos de respuesta al estrés y en la inducción de la dormancia. Según Morales (2019), la aplicación de estas hormonas en distintas dosis o combinaciones permite emplearlas como bioestimulantes para potenciar múltiples procesos de crecimiento y desarrollo en las plantas.

### **2.5.2.2. Aminoácidos**

Su aplicación puede mejorar el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como aumentar su resistencia al estrés y mejorar la calidad de los frutos. Los aminoácidos actúan como precursores de proteínas y enzimas, promoviendo la síntesis de proteínas y regulando diversos procesos fisiológicos. Además, pueden mejorar la absorción de nutrientes y aumentar la actividad de los microorganismos benéficos del suelo (León, 2022).

### **2.5.2.3. Auxinas**

Las auxinas son fitohormonas que se encuentran endógenamente en las plantas y están biológicamente activas en todas las etapas fenológicas. Estas hormonas se distribuyen de manera diferenciada dentro de los tejidos, lo que da lugar a diversos procesos morfofisiológicos (Garay-Arroyo et al., 2014).

### **2.5.2.4. Giberelinas**

El ácido giberélico es una hormona vegetal que se produce endógenamente en las plantas, pero también puede ser producida por microorganismos benéficos y perjudiciales. Esta hormona influye en los cambios morfofisiológicos de las raíces, hojas y flores, participando en procesos como la elongación del tallo, la germinación de semillas y la formación de frutos (Alcántara et al., 2019).

### **2.5.2.5. Citoquininas**

Las citoquininas tienen efectos significativos en la elongación del sistema radicular y están relacionadas con las auxinas en los mecanismos de proliferación de nuevos brotes. Los cambios estructurales en la raíz están influenciados por la concentración de auxinas y citoquininas. Además, es importante destacar que esta fitohormona deriva de la adenina (Alcántara et al., 2019).

## **2.5.3. Beneficios de los bioestimulantes**

Estos productos naturales, derivados de fuentes como aminoácidos, extractos de algas marinas y otros compuestos orgánicos, promueven el crecimiento y desarrollo saludable de las plantas al proporcionar hormonas vegetales y nutrientes esenciales (Peleato, 2015).

Mejoran la absorción de nutrientes, aumentan la resistencia al estrés abiótico y biótico, promueven la germinación de semillas y el enraizamiento, y mejoran la calidad y rendimiento de los cultivos.

## 2.6. Bioestimulantes Agrostemin-GL

### 2.6.1. Composición del bioestimulante en algas frescas *Ascophyllum nodosum*

Materia seca	:	24 %
Materia Orgánica	:	11 – 14 %
Ceniza	:	11 - 14 %
Nitrógeno Total	:	0,25 – 0,5 %
Fósforo	:	0,25 – 0,75 %
Potasio Soluble (KO)	:	3,5 – 4,0 %
Boro (B)	:	325 - 350 ppm
Hierro (Fe)	:	413 - 475 ppm
Manganeso (Mn)	:	377 - 379 ppm
Cobre (Cu)	:	33 - 40 ppm
Zinc (Zn)	:	513 - 525 ppm
Cobalto (Co)	:	0,75 ppm
Molibdeno (Mo)	:	25 ppm
Níquel (Ni)	:	0,75 ppm

### 2.6.2. Características del producto

Agrostemin - GL es un extracto natural obtenido de algas frescas *Ascophyllum nodosum*, sin la incorporación de aditivos artificiales, por lo que se considera un producto 100% natural. Este bioestimulante cuenta con autorización para su uso en sistemas de agricultura orgánica. Agrostemin-GL es una fuente natural que aporta más de 60 compuestos, incluidos macro y micronutrientes quelatizados biológicamente, además de aminoácidos y fitohormonas como auxinas, giberelinas y citoquininas. También contiene protohormonas naturales encapsuladas en proteínas que inducen una liberación equilibrada de estas fitohormonas, favoreciendo la autorregulación hormonal y corrigiendo deficiencias que pueden afectar procesos de diferenciación (Serfi Perú, 2020).

### 2.6.3. Dosis

25 – 50 ml/ 20 L de agua.

#### 2.6.4. Momentos de la aplicación

- Al inicio del crecimiento vegetativo.
- 21 días después del cuajado.
- De 6 - 8 semanas antes de la cosecha.

#### 2.6.5. Alga Marina *Ascophyllum nodosum*

*Ascophyllum nodosum* (Linnaeus) Le Jolis es una macroalga parda de ambientes marinos, distribuida principalmente en las aguas frías del Atlántico Norte. Crece adherida a rocas en la zona intermareal y se caracteriza por un talo largo, de tonalidad pardo-oliva, provisto de vesículas aeríferas que facilitan su flotación y captación de luz. Puede llegar a medir hasta 1,5 metros y presenta una textura coriácea que le otorga resistencia frente al oleaje y a la salinidad (ITIS, 2024). Desde el punto de vista fisiológico, esta alga destaca por su elevado contenido de polisacáridos como alginatos, laminarina y fucanos, así como polifenoles, aminoácidos y fitohormonas naturales, entre ellas auxinas, giberelinas y citoquininas (ITIS, 2024).

##### 2.6.5.1. Clasificación taxonómica

Reino	:	Chromista
Filo	:	Ochrophyta
Clase	:	Phaeophyceae
Orden	:	Fucales
Familia	:	Fucaceae
Género	:	<i>Ascophyllum</i>
Especie	:	<i>Ascophyllum nodosum</i> (Linnaeus) Le Jolis [ITIS], 2024).

##### 2.6.5.2. Beneficios agronómicos de *Ascophyllum nodosum*

Los extractos derivados del alga *Ascophyllum nodosum* destacan por su notable efectividad como bioestimulantes naturales, ya que contribuyen al crecimiento, desarrollo y mayor rendimiento de los cultivos. Esta acción benéfica se debe principalmente a

su contenido de fitohormonas (auxinas, giberelinas, citoquininas y ácido abscísico) junto con polisacáridos bioactivos que influyen directamente en los procesos fisiológicos de las plantas. Tales componentes estimulan la germinación, fortalecen el crecimiento de raíces, facilitan la elongación celular y promueven la formación de brotes, además de mejorar la actividad fotosintética y la absorción de nutrientes (Khan et al., 2009; Craigie, 2011). En cultivos de interés económico, como el palto (*Persea americana*), se ha observado un aumento en el diámetro de tallos, el vigor vegetativo y la sanidad general cuando se aplican formulaciones a base de esta alga (Craigie, 2011).

## **2.7. Bioestimulante Rumba**

### **2.7.1. Composición**

Extracto de cultivos microbianos	:	1.1 % p/v
Mixtura de enzimas y aminoácidos	:	1.0 % p/v
Estimulante de crecimiento (actividad de citoquininas)	:	0.1 % p/v
Agua	:	98.9 % p/v

### **2.7.2. Característica**

Este bioestimulante de origen natural proviene de extractos de cultivos microbianos que contienen enzimas, aminoácidos, oligopéptidos, betaínas, giberelinas y citoquininas. Esta mezcla de compuestos ayuda a que las plantas utilicen de manera más eficiente sus reservas internas y mantengan un crecimiento equilibrado. Las citoquininas promueven la división y expansión celular, las betaínas actúan como protectores ante estrés osmótico, sequía, salinidad y altas temperaturas, y los oligopéptidos formados por cadenas cortas de aminoácidos mejoran la absorción de nutrientes a nivel celular. Es importante destacar que, aunque las plantas producen sus propias citoquininas, su síntesis puede disminuir bajo condiciones de estrés (Silvestre Perú, 2020).

### **2.7.3. Dosis**

0.25 - 0.5 L / 200 L de agua; cítricos, mango, palto.

#### 2.7.4. Momentos de la aplicación

- Durante la fase inicial de crecimiento vegetativo (0 – 20 cm).
- En el comienzo de la brotación de racimos (piña, vid) y/o al inicio de floración.
- Inicio de floración.
- Crecimiento de fruto.

#### 2.8. Trabajos relacionados

Los bioestimulantes son sustancias o microorganismos que, al aplicarse a las plantas, mejoran su nutrición, crecimiento o resistencia al estrés, sin ser considerados nutrientes esenciales. En el cultivo de aguacate, uno de los principales desafíos es la degradación del suelo, la disminución de la fertilidad y la presión de enfermedades, lo que resalta la necesidad de adoptar alternativas sostenibles (Sopian et al., 2023; Mahbou et al., 2022). Entre los bioestimulantes más estudiados para este cultivo se encuentran los biofertilizantes, los biosurfactantes y los extractos naturales, como el extracto de nim. Estos compuestos no solo favorecen el crecimiento de las plántulas, sino que también mejoran la salud del suelo (Sopian et al., 2023).

Los biofertilizantes son insumos elaborados a partir de microorganismos benéficos o de los compuestos que ellos producen, capaces de estimular el desarrollo vegetal al colonizar la rizósfera y optimizar la disponibilidad de nutrientes. En la investigación realizada por Sopian et al. (2023), se analizó el efecto combinado de biofertilizantes, biosurfactantes y extracto de nim, encontrándose incrementos significativos en variables como la altura, el grosor del tallo y el número de hojas. Uno de los resultados más relevantes fue la identificación de una dosis óptima de 10 ml/L de biofertilizante, la cual generó los mayores valores de crecimiento y de concentración de clorofila foliar. De igual manera, el estudio evidenció una mejora en la calidad del suelo, reflejada en una mayor disponibilidad de macro y micronutrientes, lo que impulsó tanto el desarrollo radicular como el crecimiento de la parte aérea de las plántulas.

Por su parte, Mahbou et al. (2022) evaluaron diferentes formulaciones de fertilización biológica, incluyendo hongos micorrízicos como *Acaulospora tuberculata* y *Gigaspora margarita*, los cuales mejoraron significativamente el área foliar y el índice de clorofila, evidenciando su potencial como bioestimulantes naturales.

El uso de biosurfactantes también puede incrementar la disponibilidad de nutrientes en suelos empobrecidos, lo cual es especialmente relevante en regiones con suelos ácidos y bajos en fósforo, como ocurre en zonas productoras de aguacate en Colombia (Walter et al., 2012). En cuanto a los extractos naturales, el de nim ha demostrado ser una alternativa prometedora para estimular el crecimiento de las plántulas. Sopian et al. (2023) reportaron que una concentración del 35% de extracto de nim promovió un aumento en la altura de las plantas y en el contenido de clorofila. Además, estos extractos pueden actuar como agentes antimicrobianos, reduciendo el riesgo de enfermedades, lo cual es crucial para especies como el aguacate, susceptibles a patógenos como *Phytophthora cinnamomi* (Martin, 2007).

El artículo de Malik et al. (2021) revisa el rol de los bioestimulantes vegetales como alternativas sostenibles para mejorar el crecimiento de plántulas, aumentar la eficiencia en el uso de nutrientes (NUE) y fortalecer la tolerancia al estrés abiótico en diversos cultivos. Entre estos bioestimulantes se incluyen hidrolizados proteicos, extractos de algas como *Ascophyllum nodosum*, ácidos húmicos y microorganismos benéficos como *Trichoderma* y las micorrizas. Estos compuestos estimulan procesos fisiológicos esenciales, como la absorción de nutrientes, la actividad antioxidante y la síntesis de clorofila, reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos. En particular, los extractos de algas han mostrado mejorar la tolerancia a la sequía y la salinidad en cultivos como maíz y tomate, debido al aumento de prolina y a una mayor eficiencia fotosintética. Asimismo, los hidrolizados proteicos favorecen la expresión de genes vinculados con la asimilación de nitrógeno y la resistencia al estrés, mientras que microorganismos como *Azospirillum* y *Rhizophagus irregularis* impulsan el crecimiento vegetal mediante la producción de fitohormonas y la solubilización de nutrientes.

Vila et al. (2024) evaluaron la efectividad de extractos de algas marinas como bioestimulantes en plántulas de tomate cherry y berenjena. Estos extractos, ricos en nutrientes, fitohormonas y compuestos bioactivos, se aplicaron en concentraciones de 0,1%, 0,2% y 0,3%, tanto por riego como vía foliar, durante 30 días de cultivo en bandejas. Los resultados mostraron que el extracto de *Ascophyllum nodosum* incrementó de manera significativa la biomasa y la longitud de hojas, tallos y raíces. La concentración de 0,2% fue la más efectiva, y ambos métodos de aplicación superaron al control. Estos resultados resaltan la importancia de obtener plántulas vigorosas para asegurar una adecuada aclimatación y buen desempeño en campo.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

El trabajo experimental se llevó a cabo en el vivero “El Agrónomo” de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, situado en el kilómetro 1.21 de la carretera central, en Tingo María, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco.

Cuyas coordenadas geográficas UTM son:

Este : 390532.39 m  
Norte : 8970021.95 m  
Altitud : 647 m.s.n.m.



**Figura 1.** Ubicación de lugar de ejecución del experimento (Google Earth Pro, 2024)

##### 3.1.1. Registro de datos climatológicos de la estación principal climatológico

La Tabla 1, muestra los datos climáticos obtenidos de la estación meteorológica principal José Abelardo Quiñonez – UNAS. Durante el periodo en que se desarrolló el experimento, la temperatura media mensual fue de 24,26 °C, registrándose máximas de hasta 29,31 °C y mínimas de 19,21 °C. La precipitación mensual promedio alcanzó los 252,19 mm, destacando febrero como el mes con mayor acumulación de lluvia, con 508,60 mm registrados.

**Tabla 1.** Registro de datos climatológicos en el periodo febrero del 2022 a septiembre 2022.

Meses	Temperatura (°C)			Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)
	Máxima	Mínima	Media		
Febrero	29,18	20,57	24,88	85,38	508,60
Marzo	29,62	20,76	25,19	84,71	384,50
Abril	30,65	21,08	25,87	83,23	281,10
Mayo	30,07	20,65	25,36	83,51	270,00
Junio	29,76	19,03	24,40	82,09	105,00
Julio	31,16	20,38	25,77	80,54	134,50
Agosto	30,58	19,49	25,04	80,51	164,10
Septiembre	31,99	20,46	26,23	77,79	169,70
<b>Promedio</b>	<b>30,38</b>	<b>20,30</b>	<b>25,34</b>	<b>82,22</b>	<b>252,19</b>

Fuente: Estación meteorológica José Abelardo Quiñonez.

### 3.1.2. Zona de vida

La región de Tingo María presenta un clima cálido y húmedo propio de zonas tropicales, con una temperatura promedio de 25 °C. Las precipitaciones anuales bordean los 600 mm y la humedad relativa alcanza alrededor del 82 %, condiciones que favorecen una abundante cobertura arbórea, especialmente marcada entre diciembre y abril. Asimismo, según la clasificación ecológica de Holdridge, forma parte del bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PT).

### 3.2. Material y métodos

Se utilizaron diversos materiales y equipos para llevar a cabo el estudio experimental. Entre los materiales se incluyeron libretas de campo, cámara fotográfica, tijera de podar, cuchillo de injertar, regla milimétrica, bioestimulantes, mochila fumigadora, probeta, letreros, gigantografía y alambre. En cuanto a los equipos, se utilizó una laptop, vernier digital y balanza analítica. Además, se emplearon materiales físicos y de propagación como dos camas del vivero, plantones de palto y varas yemeras.

### 3.2.1. Componentes en estudio

#### A. Bioestimulantes

a<sub>1</sub>. Agrostemin – GL

b<sub>1</sub>. Rumba

#### B. Dosis de bioestimulante

b<sub>1</sub>. 15 ml/20 L

b<sub>2</sub>. 30 ml/20 L

b<sub>3</sub>. 60 ml/20 L

#### C. Variedad de paltas

c<sub>1</sub>. Hall

c<sub>2</sub>. Fuerte

### 3.2.2. Tratamientos en estudio

La descripción de los tratamientos en estudio se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Clave	Descripción	Aplicaciones
T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad Hall	8 (12ml)
T <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad Fuerte	8 (12ml)
T <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Hall	8 (24 ml)
T <sub>4</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Fuerte	8 (24 ml)
T <sub>5</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> c <sub>1</sub>	Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Hall	8 (32 ml)
T <sub>6</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> c <sub>2</sub>	Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Fuerte	8 (12ml)
T <sub>7</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	Rumba + 15 ml/20 L+ variedad Hall	8 (12ml)
T <sub>8</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	Rumba + 15 ml/20 L+ variedad Fuerte	8 (24 ml)
T <sub>9</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	Rumba + 30ml/20 L+ variedad Hall	8 (24 ml)
T <sub>10</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	Rumba + 30 ml/20 L+ variedad Fuerte	8 (32 ml)
T <sub>11</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> c <sub>1</sub>	Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Hall	8 (12ml)
T <sub>12</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> c <sub>2</sub>	Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Fuerte	8 (12ml)
T <sub>13</sub>	Testigo	Hall	0
T <sub>14</sub>	Testigo	Fuerte	0

### 3.2.3. Diseño estadístico

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) conformado por 14 tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos incluyeron dos bioestimulantes con tres niveles de dosis (15 ml, 30 ml y 60 ml por cada 20 L de agua), dos variedades de palto y un tratamiento control. Todos los parámetros medidos fueron analizados mediante un ANOVA. Cuando se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, se realizó la comparación de medias mediante la prueba de Duncan al 5% de significancia. El procesamiento estadístico se efectuó utilizando el software InfoStat.

#### 3.2.3.1. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + t_i + E_{ij}$$

Donde:

- $Y_{ij}$  : Respuesta del i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.  
 $\mu$  : Media general del experimento  
 $i$  : 1,2,...,14 Tratamientos  
 $j$  : 1,2,3 repeticiones  
 $t_i$  : Efecto del i-ésimo tratamiento.  
 $E_{ij}$  : Efecto aleatorio del error experimental.

#### 3.2.3.2. Esquema del análisis de varianza

El análisis de varianza de los tratamientos en estudio se detalla en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Esquema del análisis de varianza.

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados medios	F. Cal.	F. Tab.
Tratamiento	$t - 1 = 13$	$\frac{\sum_i^t 1(Y_i)^2}{r} - \frac{(Y)^2}{rt}$	$SC_{\text{Trat.}}/t-1$	$\frac{CM_{\text{Trat.}}}{CM_{\text{Error}}}$	---
Error	$t(r - 1) = 28$	$T_{\text{Total}} - SC_{\text{Trat.}}$	$SC_{\text{Error}}/t(r-1)$		
Total	$rt-1 = 41$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (Y_{ij})^2 - \frac{(Y_{..})^2}{rt}$			

### 3.2.4. Características del campo experimental

#### 3.2.4.1. Tratamientos

- Número de tratamientos : 14
- Número de plantas/tratamiento : 6
- Número de plantas evaluadas/tratamiento : 4
- Largo de cada tratamiento : 1.4 m
- Ancho de cada parcela : 0.9 m
- Área de tratamientos : 1.26 m<sup>2</sup>

#### 3.2.4.2. Repeticiones

- Número de repeticiones : 3
- Largo de cada repetición : 4.00 m
- Ancho de cada repetición : 1.40 m
- Área de repetición : 5.6 m<sup>2</sup>

#### 3.2.4.3. Parcela

- Número total de plantas : 254
- Número total de plantas evaluadas : 168
- Espacio entre tratamientos : 0.20 m
- Espacio entre repeticiones : 0.85 m
- Largo de parcela : 14.70 m
- Ancho de parcela : 1.40 m
- Área de parcela : 20.58 m<sup>2</sup>

### 3.3. Ejecución del experimento

#### 3.3.1. Obtención de plántones de palto

Para la ejecución del proyecto, se adquirieron los plántones de cuatro meses de edad, propagados en el vivero “El agrónomo”. Durante el proceso de adquisición, se seleccionaron únicamente aquellos plántones que presentaban una altura uniforme y buen estado fitosanitario, con el propósito de asegurar la homogeneidad del material vegetal y minimizar la variabilidad experimental durante el desarrollo del estudio.

#### 3.3.2. Obtención de varas yemeras e injertación

Las varas yemeras se extrajeron de plantas que exhibían todas las características deseables de una planta madre. Se seleccionaron cinco plantas de la variedad Hall y cinco de la variedad fuerte para este propósito, se caco 28 a 30 varas yemeras por árbol dando un total de 291 varas, las varas recolectadas median de 10 a 12 cm considerando 3 pares de yemas axilares dormidas.

Para evitar confundirlas primero se sacó de la variedad Hall y después se procedió con la variedad Fuerte y para evitar la confusión se etiqueto la bolsa con corrector, aunque además se podían diferenciar por el olor y color de las varas. Y durante el proceso de manipulación y almacenamiento de las varas yemeras, se optó por envolverlas en periódico húmedo en lugar de utilizar cera para sellarlas esta práctica evito a que se deshidratara las varas (Figura 2 a).



**Figura 2.** Varas yemeras de palto: a. Variedad Hall y b. Variedad Fuerte

Los injertos se llevaron a cabo los días 17, 18 y 19 de febrero del 2022, una semana después de la luna llena, con el objetivo de optimizar la tasa de éxito en la unión. Esta actividad se llevó a cabo en las horas de la mañana, desde las 6:00 a.m. hasta las 10:30 a.m.

### **3.3.3. Control de malezas**

El control de malezas se llevó a cabo cada 21 días de manera manual, con el fin de evitar daños a las plantas.

Esta tarea consistió en arrancar las malezas tanto dentro como fuera de las bolsas que contenían los plántones de palto.

Además, se realizó para evitar la competencia por los nutrientes entre las plantas y las malezas. Para limpiar los bordes y las calles del área experimental, se utilizó un azadón para facilitar el trabajo. Las especies de malezas predominantes fueron el arrocillo, el gramalote, el gramón, el sorgo de Alepo y las pituquillas.

### **3.3.1. Control de plagas y/o enfermedades**

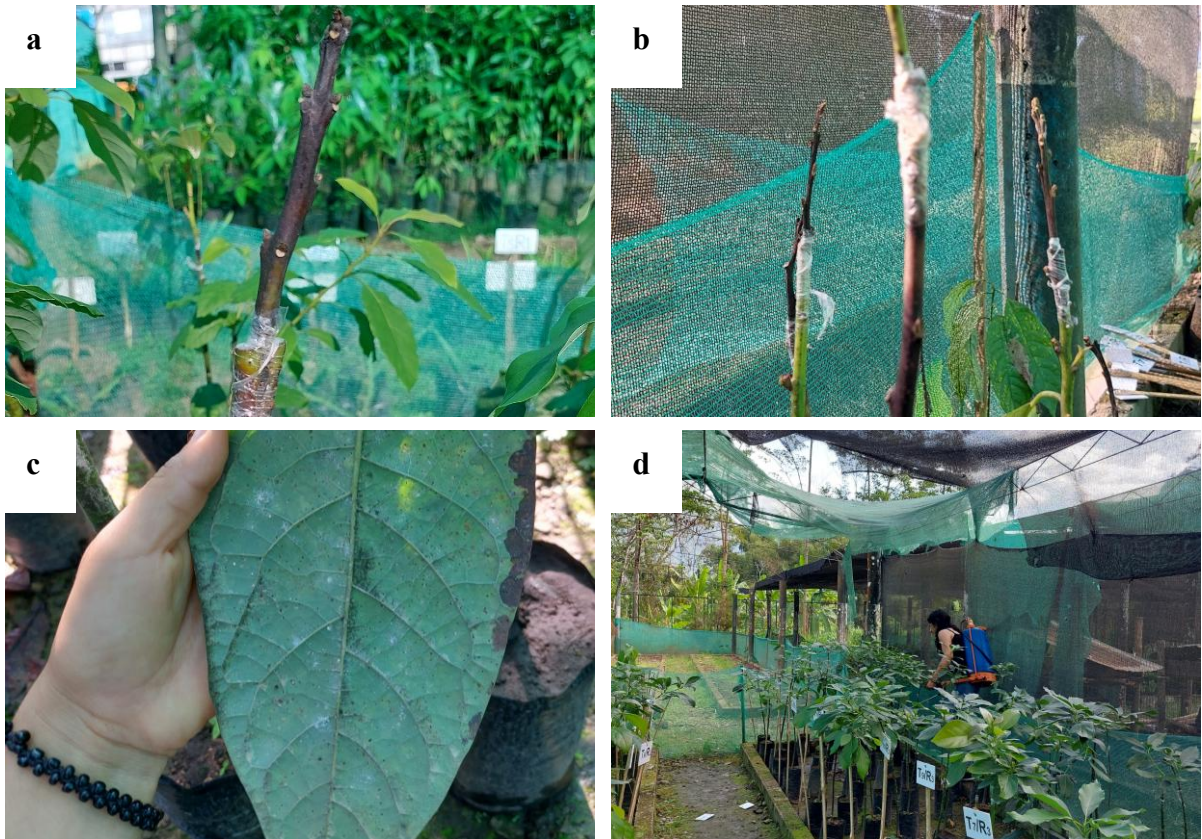
El control fitosanitario se llevó a cabo mediante el uso de productos químicos específicos, seleccionados de acuerdo con la plaga o enfermedad que afectaba a las plantas de palto, como se detalla en la Tabla 4.

Para la identificación de las plagas, se diagnosticó de manera visual y laboratorio en caso de *Atta cephalotes* (Coqui) se observó las características y forma del insecto lo mismo se realizó con la mosca blanca y para el control se usó un insecticida recomendado Tabla 4. En cuanto para la plaga *Lasiodiplodia theobromae* se solicitó el apoyo del docente M.Sc. Oscar Cabezas, en donde se hizo el reconocimiento en laboratorio para ello llevaron las varas infestadas y así tener un diagnóstico correcto y proceder con el control adecuado evitando toxicidad y estrés a las plantas.

**Tabla 4.** Control de plagas y enfermedades durante el experimento.

<b>Plaga o enfermedad</b>	<b>Producto</b>	<b>Dosis</b>	<b>Descripción</b>
<i>Atta cephalotes</i> (Coqui)	Tifón en polvo (Chlorpyrifos)	1 bolsa por cama	La aplicación de este producto se llevó a cabo manualmente, esparciéndolo en el borde de la cama para prevenir la entrada de insectos. Esta tarea se efectuó al comienzo del experimento.
<i>Bemisia tabaci</i> (Mosca blanca) (Figura 3c)	Movento Smart (Spirotetramat + Thiacloprid)	- 50 ml/20L	Se utilizó una pulverizadora manual de 2 litros, la cual se llenó con agua hasta la mitad. Luego, se añadió el insecticida en la dosis indicada, se mezcló bien y se aplicó rociando sobre las plantas afectadas por el insecto plaga (Figura 3d).
<i>Lasiodiplodia theobromae</i> (Muerte regresiva) (Figura 3a y b)	- Aliette 80WG (Fosetil Aluminio)  - Phyton 27 (Sulfato de cobre pentahidratado)	- 50g/20L - 40ml/20L	Se utilizó una pulverizadora manual de 2 litros para aplicar ambos productos. Se llenó con agua hasta la mitad, se ajustó el pH, se añadió el fungicida según dosis prescritas (Fosetil Aluminio con cuchara, Sulfato de cobre pentahidratado con jeringa), se completó con agua hasta 2 litros, se mezcló y se roció sobre las plantas afectadas por el hongo se aplicó cada 20 días (Figura 3d).

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 3.** Reconocimiento y control de plagas: a. y b. *Lasiodiplodia theobromae*, c. Mosca blanca y d. Aplicación de plaguicidas

### 3.3.2. Riego

El riego se llevó a cabo cada 2 a 3 días, ajustándose a la humedad del sustrato y las condiciones climáticas. Se utilizó una regadera de lata de 5 litros para regar, aplicando 300 a 400 ml por planta. Esta tarea se realizaba durante las primeras horas de la mañana o al final del día para evitar el estrés y brindar una mejor hidratación a la planta.

### 3.3.3. Eliminación de brotes del patrón

En esta tarea, se empleó una tijera de podar de una mano para eliminar los brotes (hojas) que surgían con frecuencia del tallo del patrón de la planta. Esta actividad se llevaba a cabo semanalmente con el fin de prevenir la pérdida de nutrientes en nuevos tejidos vegetales.

### 3.3.4. Aplicación de bioestimulantes

Los bioestimulantes se aplicaron de acuerdo con las dosis establecidas para cada tratamiento, tal como se detalla en la Tabla 2. La primera aplicación se llevó a cabo cuando las plantas presentaban la mayoría de sus brotes y estaban en proceso de fotosíntesis. Posteriormente, se realizaron aplicaciones adicionales cada 15 días, completando un total de 8 aplicaciones. La preparación para la dosificación primero se agregó agua a la Aspersora de 2 litros, luego se reguló el pH después se extrajo el bioestimulante la dosis requerida con una jeringa (Figura 4a y b). Se utilizaron micro aspersores en envases de dos litros para la aplicación.



**Figura 4.** Dosificación de bioestimulantes: a. Agrostemin – GL y b. Rumba

### 3.4. Evaluaciones biométricas

Para las evaluaciones, se registraron de acuerdo con el croquis de la Figura 3. Las primeras evaluaciones se llevaron a cabo un día antes de la aplicación de los bioestimulantes y posteriormente se realizaron cada 30 días de manera periódica. Este proceso se llevó a cabo desde el 10 de abril hasta el 11 de agosto de 2022.

#### 3.4.1. Diámetro, altura, número de brote y número de hojas del injerto

Para evaluar el diámetro del injerto, se empleó un vernier digital, midiendo a 1 cm de altura desde la inserción del injerto y los resultados se expresaron en milímetros (mm) (Figura 5a). La altura del injerto se determinó utilizando una cinta métrica desde la unión del patrón hasta el ápice o la rama más larga del injerto y se expresó en centímetros (cm) (Figura 5b).

En cuanto al número brotes y hojas, solo se contabilizaron los brotes de la vara y caso para las hojas se contabilizaron las hojas funcionales que estaban fotosintetizando, comenzando desde la parte inferior hacia arriba (Figura 5d). Cuando la planta tenía más de dos ramas, se marcaban las ramas contabilizadas con un plumón.

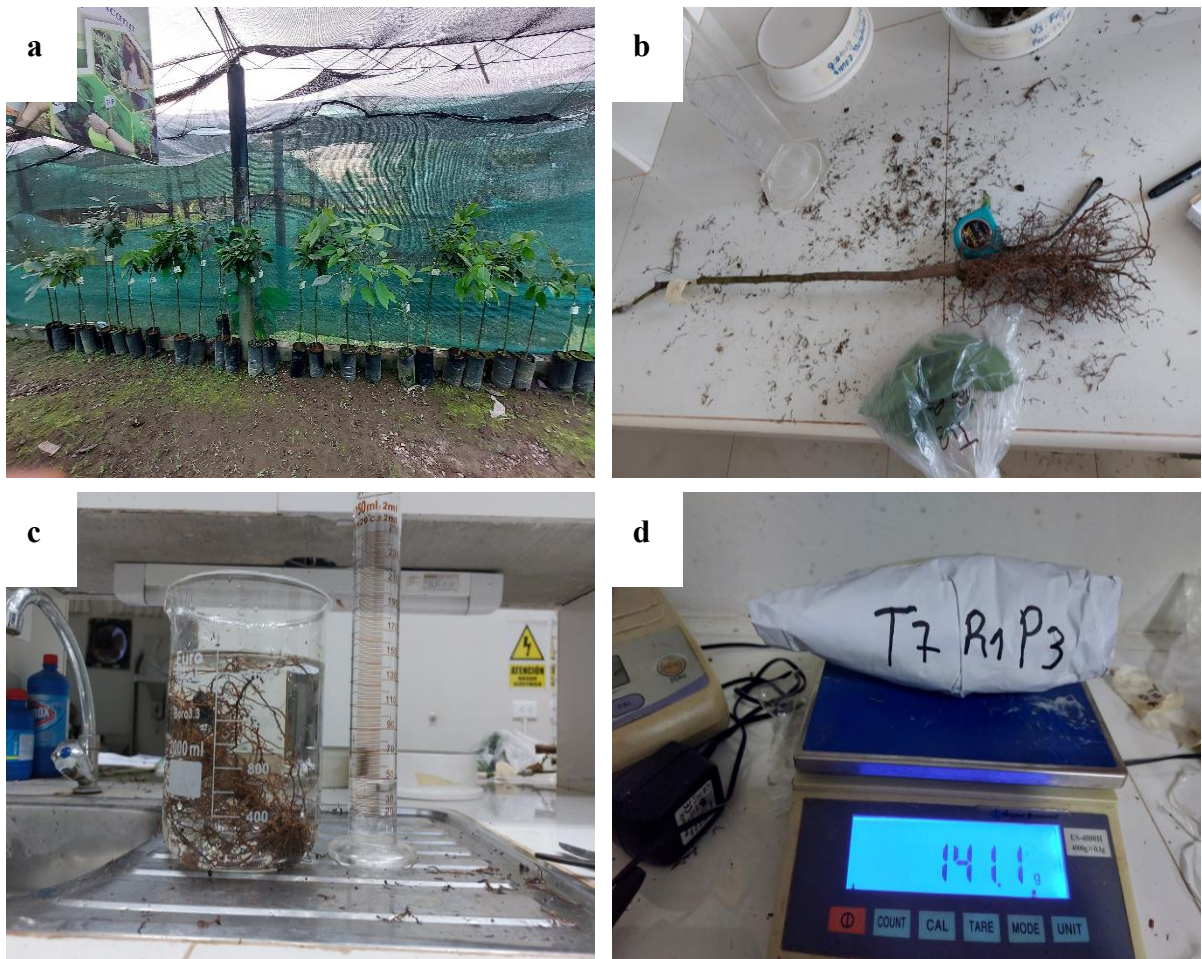


**Figura 5.** Evaluación de planta: a. Diámetro de injerto, b. Altura de injerto, c. Número de hojas y d. Registro de evaluación.

### 3.4.2. Volumen y número de raíces y porcentaje de materia seca de los plantones injertados

Al final del experimento (160 días) se seleccionó dos plantas por tratamientos de los plantones mejorados de paltos para luego ser sacrificadas para realizar las evaluaciones respectivas; el número de raíces se registró únicamente considerando aquellas que emergían de la raíz primaria (Figura 6b). Para determinar el volumen radicular, la metodología consistió en sumergir el sistema de raíces hasta el nivel del cuello de la planta en una probeta graduada con un volumen conocido de agua destilada (Figura 6c), obteniéndose el volumen de raíces por la diferencia.

Las muestras obtenidas de los mismos plantones fueron fraccionadas en varias partes y se pesaron en estado fresco. Posteriormente, se colocaron en una estufa a 70 °C durante 48 horas. Transcurrido el tiempo de secado, las muestras fueron retiradas, dejadas enfriar a temperatura ambiente y nuevamente pesadas para determinar el peso seco. A partir de la diferencia entre el peso fresco y el peso seco se calcularon el porcentaje de humedad y el contenido de materia seca.



**Figura 6.** Evaluación final del experimento: a. Selección de plantas por tratamiento, b. Número de raíces, c. Volumen radicular y d. Peso fresco

### 3.4.3. Área foliar

Para calcular el área foliar, se utilizaron las hojas de las dos plantas por tratamiento empleadas en las evaluaciones de número de raíces y volumen radicular. Se dispusieron todas las hojas de cada planta sobre cartulinas, junto con una regla milimétrica para calibrar el software. Posteriormente, se fotografiaron las hojas de cada tratamiento con una cámara y las imágenes se procesaron utilizando el software ImageJ para obtener el área foliar.

#### **3.4.4. Análisis de la planta (aérea y radicular)**

Se remitieron, por cada tratamiento, muestras secas y previamente trituradas de tallos y hojas para el análisis foliar, así como muestras de raíces para el análisis radicular. Todas las muestras fueron colocadas en bolsas debidamente etiquetadas y enviadas al laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía.

#### **3.4.5. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio**

Se llevó a cabo un análisis de beneficio-costos y un cálculo del índice de rentabilidad utilizando datos sobre los costos asociados a los plantones, las varas yemeras, la injertación, las labores agrícolas, así como la aplicación de bioestimulantes (Agrostemin y Rumba), junto con los ingresos provenientes de la venta de plantones.

Índice de rentabilidad = Rentabilidad neta/Costo de producción

$$\text{Relación B/C} = \frac{\text{Ingreso bruto (S/.)}}{\text{Costo de producción (S/. )}}$$

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Evaluación biométrica de las plantas injertadas de palto

#### 4.1.1. Diámetro del injerto (mm) de 40 hasta los 160 días

En la Tabla 5 se presenta el análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) del diámetro del injerto. A los 40 días después de la injertación (ddi), momento en que se aplicaron los bioestimulantes, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Sin embargo, en las evaluaciones posteriores (70, 100, 130 y 160 ddi) sí se detectaron diferencias significativas, lo que indica que el efecto de los bioestimulantes se manifestó de forma progresiva.

Los coeficientes de variabilidad para estos tratamientos también estuvieron en el rango del 7,26 % al 19,47 %, sugiriendo una homogeneidad media en las unidades experimentales. Este resultado coincide con los criterios planteados por Calzada (1986) y Pimentel (1990), quienes señalan que coeficientes de variación (CV) inferiores al 20%, indica que existe una buena y muy buena homogeneidad en el comportamiento de las unidades experimentales de cada uno de los tratamientos respectivos

**Tabla 5.** Cuadrado medio del análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para diámetro del injerto (mm) después (ddi), con el efecto de dos bioestimulantes.

FV	GL	40 ddi		70 ddi		100 ddi		130 ddi		160 ddi		
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	P-valor
Tratamiento	13	0,24	NS	2,94	AS	1,09	AS	1,40	AS	1,74	AS	0,0009
Error	28	0,28		1,72		0,34		0,40		0,43		
Total	41											
CV (%)		9,04		19,47		7,77		7,77		7,26		

NS: No existe significancia.

AS: Existen diferencias estadísticas altamente significativas al 1 % de probabilidad.

ddi: Días después del injerto.

CV: Coeficiente de variación.

El análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para la altura de planta de palto (Tabla 6) indicó que al menos uno de los tratamientos presentó diferencias significativas. Estos datos respaldan la existencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados en relación con el crecimiento del diámetro del injerto de palto.

La prueba de medias Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) para la característica de las evaluaciones (40, 70, 100, 130 y 160 ddi), de la (Tabla 6), se observa que a los 40 días después del injerto todos los tratamientos con son estadísticamente iguales debido a que un día después recién se aplicó los bioestimulante en los tratamientos excepto en los testigos tal como lo especifica en la Tabla 2.

A los 70 ddi y segunda evaluación de los tratamientos se observa una ligera diferencia significativa ubicando al T<sub>4</sub> con mayor diámetro a diferencia de los demás tratamientos.

A los 100 días después del injerto (ddi), los tratamientos T<sub>4</sub> y T<sub>6</sub> obtuvieron el mayor diámetro seguidos de los tratamientos T<sub>10</sub>, T<sub>8</sub>, T<sub>12</sub>, T<sub>11</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>7</sub> con poca diferencia, en cambio los tratamientos T<sub>9</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>13</sub>, T<sub>14</sub> y T<sub>3</sub> si mostraron un menor diámetro que los tratamientos T<sub>4</sub> y T<sub>6</sub>.

A los 130 días después del injerto (ddi), los tratamientos T<sub>6</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>10</sub>, y T<sub>8</sub> obtuvieron un mayor diámetro seguidos consecutivamente por los tratamientos T<sub>7</sub>, T<sub>11</sub>, T<sub>12</sub>, T<sub>9</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>13</sub>, T<sub>14</sub> y T<sub>3</sub>.

A los 160 días después del injerto (ddi), los tratamientos T<sub>6</sub> (10,2 mm) y T<sub>4</sub> (10,1 mm) obtuvieron el primer lugar y siendo iguales estadísticamente, seguido de los tratamientos T<sub>10</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>8</sub>, T<sub>11</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>12</sub>, T<sub>9</sub> y T<sub>2</sub> en donde le podemos clasificar como el segundo grupo debido a que son iguales estadísticamente, en el tercer lugar los tratamientos T<sub>1</sub> y T<sub>3</sub> siendo iguales estadísticamente y en el último lugar tenemos a los tratamientos T<sub>13</sub> y T<sub>14</sub> siendo los testigos del trabajo experimental. Según el análisis de variancia del diámetro de injerto que se observa en la (Tabla 6) muestran un efecto positivo debido a las diferencias entre las dosis de los bioestimulantes y variedades ya que la variedad fuerte tuvo una mejor influencia en mayor diámetro en mención con du Jardin (2015), quien destaca que los bioestimulantes pueden generar respuestas diferidas en el crecimiento vegetal y según Saa, et al. (2020), el uso de bioestimulantes como extracto de algas y reguladores de crecimiento del tallo y el desarrollo del injerto en frutales, al estimular la división celular y aumentar la actividad fisiológica en el punto de unió de injerto, dado que le bioestimulante Agrostemin - GL tuvo el mejor resultado y además este compuesto por extracto natural (algas frescas *Ascophyllum*), componentes de macro y micronutrientes y hormonas según Serfi Perú (2020).

**Tabla 6.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) diámetro del injerto (mm) después de la aplicación del bioestimulante en la variedad Hall y Fuerte.

40 ddi			70 ddi			100 ddi			130 ddi			160 ddi		
Trat.	Media	Sig.	Trat.	Media	Sig.	Trat.	Media	Sig.	Trat.	Media	Sig.	Trat.	Media	Sig.
T <sub>10</sub>	6,32	a	T <sub>4</sub>	7,87	a	T <sub>4</sub>	8,56	a	T <sub>6</sub>	9,29	a	T <sub>6</sub>	10,2	a
T <sub>4</sub>	6,24	a	T <sub>8</sub>	7,13	b	T <sub>6</sub>	8,47	a	T <sub>4</sub>	9,15	ab	T <sub>4</sub>	10,1	a
T <sub>12</sub>	6,24	a	T <sub>6</sub>	7,10	b	T <sub>10</sub>	7,94	ab	T <sub>10</sub>	8,91	abc	T <sub>10</sub>	9,82	ab
T <sub>6</sub>	6,18	a	T <sub>10</sub>	7,09	b	T <sub>8</sub>	7,92	ab	T <sub>8</sub>	8,50	abcd	T <sub>7</sub>	9,49	abc
T <sub>8</sub>	6,05	a	T <sub>12</sub>	6,91	b	T <sub>12</sub>	7,87	abc	T <sub>7</sub>	8,41	abcd	T <sub>8</sub>	9,40	abc
T <sub>2</sub>	5,98	a	T <sub>1</sub>	6,53	b	T <sub>11</sub>	7,56	abcd	T <sub>11</sub>	8,37	abcd	T <sub>11</sub>	9,25	abc
T <sub>1</sub>	5,86	a	T <sub>11</sub>	6,48	b	T <sub>5</sub>	7,55	abcd	T <sub>12</sub>	8,21	abcd	T <sub>5</sub>	9,16	abcd
T <sub>7</sub>	5,79	a	T <sub>7</sub>	6,44	b	T <sub>7</sub>	7,52	abcd	T <sub>9</sub>	8,03	bcd	T <sub>12</sub>	8,96	abcde
T <sub>3</sub>	5,72	a	T <sub>2</sub>	6,42	b	T <sub>9</sub>	7,29	bcd	T <sub>5</sub>	8,02	bcde	T <sub>9</sub>	8,63	bcde
T <sub>14</sub>	5,63	a	T <sub>5</sub>	6,27	b	T <sub>1</sub>	7,23	bcd	T <sub>2</sub>	7,77	cdef	T <sub>2</sub>	8,60	bcde
T <sub>11</sub>	5,61	a	T <sub>9</sub>	6,18	b	T <sub>2</sub>	7,17	bcd	T <sub>1</sub>	7,76	cdef	T <sub>1</sub>	8,25	cde
T <sub>13</sub>	5,60	a	T <sub>3</sub>	6,09	b	T <sub>13</sub>	6,77	cd	T <sub>13</sub>	7,35	def	T <sub>3</sub>	8,25	cde
T <sub>9</sub>	5,57	a	T <sub>14</sub>	5,95	b	T <sub>14</sub>	6,77	cd	T <sub>14</sub>	7,23	ef	T <sub>13</sub>	7,94	de
T <sub>5</sub>	5,57	a	T <sub>13</sub>	5,92	b	T <sub>3</sub>	6,59	d	T <sub>3</sub>	7,08	f	T <sub>14</sub>	7,86	e

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

T<sub>1</sub>: Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>3</sub>: Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>5</sub>: Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>7</sub>: Rumba + 15 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>9</sub>: Rumba + 30 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>11</sub>: Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>13</sub>: Testigo variedad Hall

Ddi: días después del injerto.

T<sub>2</sub>: Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>4</sub>: Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Fuerte

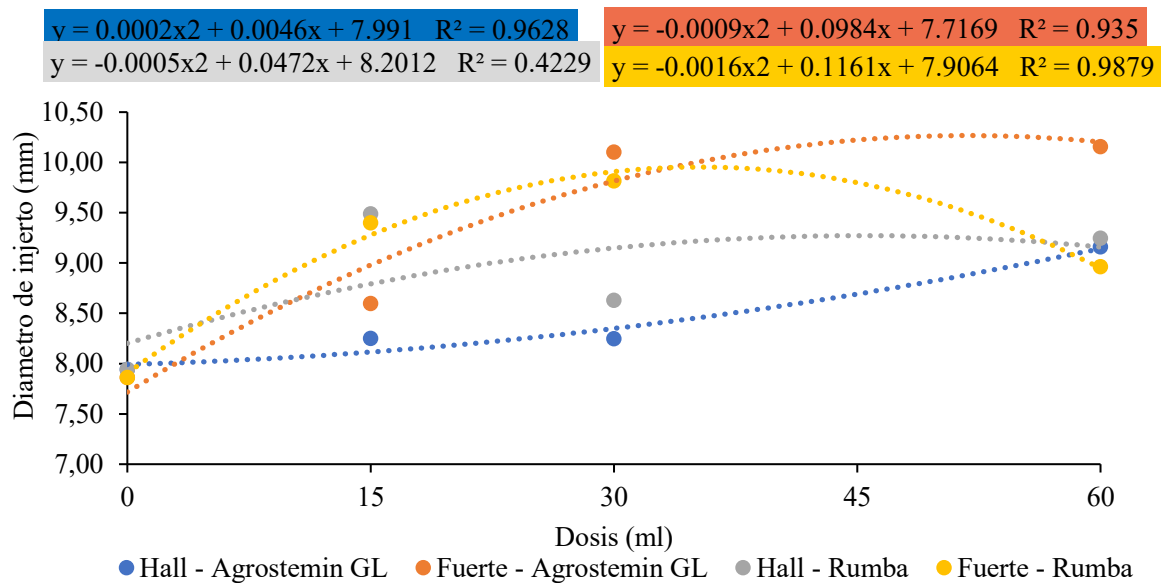
T<sub>6</sub>: Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>8</sub>: Rumba + 15 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>10</sub>: Rumba + 30 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>12</sub>: Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>14</sub>: Testigo variedad Fuerte



**Figura 7.** Tendencia polinómica del diámetro del injerto (mm) con tres dosis de dos tipos de bioestimulantes a los 160 días después del injerto en dos variedades de palto.

Según la Figura 7, muestra la respuesta del diámetro del injerto (mm) en función de distintas dosis (0, 15, 30 y 60 ml) para dos variedades de palto (Hall y Fuerte) y dos bioestimulantes (Agrostemin - GL y Rumba). La tendencia polinómica permite observar diferencias en el comportamiento fisiológico según tratamiento a los 160 ddi. Hall – Agrostemin GL, presenta el menor incremento en diámetro conforme aumenta la dosis con una curva muestra tendencia casi lineal y con  $R^2 = 0.9628$ , lo que indica ajuste adecuado, pero crecimiento moderado. Fuerte – Agrostemin-GL se exhibe una curva ascendente con meseta y  $R^2 = 0.935$ , indicando buena consistencia, el diámetro aumenta hasta alrededor de 45 ml y luego se estabiliza en donde da una respuesta positiva pero moderada con el bioestimulante Agrostemin -GL. Hall – Rumba muestra un incremento inicial más notorio, sin embargo, en ajuste bajo de  $R^2 = 0.4229$  indica alta variabilidad y baja predictibilidad donde sugiere que la respuesta es inestable o influenciada por otros factores. Fuerte – Rumba, es el tratamiento con mayor diámetro de injerto y el mejor ajuste ( $R^2 = 0.9879$ ), lo cual presenta una curva marcada con punto óptimo cercano a 45–60 ml, Lo que Indica alta eficiencia fisiológica, probablemente por mayor capacidad de absorción, translocación o metabolismo hormonal. La mayor respuesta del diámetro del injerto en la variedad Fuerte tratada con Rumba evidencia una mayor eficiencia fisiológica en la asimilación de compuestos bioestimulantes, lo que sugiere un estímulo más marcado sobre la división y expansión celular, tal como describen Bulgari et al. (2019) respecto al efecto de los bioestimulantes sobre el crecimiento vegetal. Esta tendencia confirma que las

diferencias genéticas entre variedades influyen en el desempeño del injerto, coincidiendo con lo señalado por Castro et al. (2020) acerca del comportamiento morfológico diferencial del palto en vivero.

#### 4.1.2. Altura del injerto (cm) de 40 a los 160 días

El análisis de varianza (Tabla 7) realizado de la altura del injerto (cm) de palto se muestra que a los 40 días después del injerto (ddi) no hay diferencia significativa entre los tratamientos estudiados, ya que aún no se aplicaron las dosis de los dos bioestimulantes sintéticos. Sin embargo, en las evaluaciones posteriores (70, 100, 130 y 160 ddi), si mostraron diferencia significativa, mostrando que a partir de la segunda evaluación de los tratamientos si tubo influencia de la altura del injerto ya que la segunda evaluación se hizo después de 30 días de la aplicación de los bioestimulantes a diferentes dosis.

Los coeficientes de variación de estos tratamientos se encontraron entre 3,80 % y 7,48 %, lo que indica una variabilidad baja a moderada entre las unidades experimentales. Según el INE (2016), valores de coeficiente de variación entre 5 % y 15 % se consideran adecuados para obtener estimaciones confiables, por lo que los resultados obtenidos reflejan una buena precisión experimental.

**Tabla 7.** Cuadrados medios del análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) para la altura del injerto (cm) después de la aplicación del bioestimulante.

FV	GL	40 ddi		70 ddi		100 ddi		130 ddi		160 ddi		p – valor
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	
Tratamientos	13	0,53	NS	73,59	AS	66,26	AS	114,26	AS	125,27	AS	0.0001
Error	28	0,45		3,45		1,84		2,84		1,16		
Total	41											
CV (%)		4,58		7,48		5,10		5,51		3,80		

NS: No existe significancia.

AS: Existen diferencias estadísticas altamente significativas al 1 % de probabilidad.

ddi: Días después del injerto.

CV: Coeficiente de variación

La Tabla 8, muestra la prueba de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) de la altura del injerto (cm) días después del injerto durante el experimento de los tratamientos en estudio obteniendo que:

A los 40 ddi el tratamiento T<sub>1</sub> (Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad Hall) con 15,33 cm se registró con una mayor altura y con el menor al tratamiento T<sub>3</sub> (T<sub>3</sub>:

Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Hall) con 14,13 cm; sin embargo según la prueba estadística se refiere que no existe diferencias significativas entre los tratamientos debido a que fue la primera evaluación y que con un día de diferencia se aplicaron los bioestimulantes con las dosis respectivas ya que estas estaban teniendo las primeras hojas funcionales. Considerando que se las aplicaciones de los tratamientos se realizaron a partir de este periodo.

A los 70 días después del injerto (ddi), la prueba de Duncan refiere que, si hay diferencia significativa, debido a que existe homogeneidad en 8 grupos; esto es evidenciado mostrando la diferencia de alturas, teniéndose con el mayor registro en el T<sub>12</sub> (Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Fuerte) con 34,63 cm y con el menor registro se tuvo del tratamiento T<sub>14</sub> (Testigo variedad Fuerte) con 18,74 cm.

Para los 100 ddi, la prueba Duncan muestra que también existen diferencia significativa, debido a que los tratamientos se agrupan en 5 grupos de similar homogeneidad estadística; esto es evidenciable en la diferencia de la altura de injerto, en donde se obtuvo el mayor registro en el primer grupo 1 en los tratamientos T<sub>12</sub> (Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Fuerte) con 35,40 cm y T<sub>6</sub> (Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Fuerte) con 34,58 cm; y con la menor altura de injerto tenemos T<sub>14</sub> (Testigo variedad Fuerte) 21,11 cm y T<sub>13</sub> (Testigo variedad Hall) 21,07 cm.

A los 130 ddi, según la prueba de Duncan detalla los tratamientos aún sigue mostrando diferencia significativa, en los cuales se agrupan en 7 grupos como en la segunda evaluación, pero con distinto orden de la diferencia de altura de injerto; el mayor registro se obtuvo del tratamiento T<sub>6</sub> (Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Fuerte) 42,2 cm y con los menores valores con respecto a la altura del injerto fueron T<sub>13</sub> (Testigo variedad Hall) con 22,9 cm y T<sub>14</sub> (Testigo variedad Fuerte) con 22,5 cm.

A los 160 días después de la instalación (ddi), la prueba de Duncan evidenció diferencias significativas entre los tratamientos, los cuales se agruparon en ocho grupos con homogeneidad estadística similar. El tratamiento que obtuvo el mayor valor fue estadísticamente superior al resto de tratamientos evaluados. T<sub>12</sub> (Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Fuerte) con 46,59 cm perteneciente al grupo 1, en el grupo 8 esta los tratamientos T<sub>14</sub> (Testigo variedad Fuerte) con 24,48 cm y T<sub>13</sub> (Testigo variedad Hall) con 24,44 cm siendo los menores valores registrados.

El crecimiento de la altura del injerto (Tabla 8), la variedad fuerte destaco más frente a los otros tratamientos y con la dos bioestimulantes con la máxima dosis (Agrostemin – GL y Rumba a 60 ml/20 L) y uno (30ml/20 L), probablemente puede ser debido a la variedad o bioestimulante usado. Ya que según Rouphael & Colla (2020), el uso de bioestimulante favorece el crecimiento de altura de injerto en palto debido a que ayuda a la estimulación del desarrollo celular, mejor enraizamiento y una mayor fotosíntesis, además Rankel (2024), manifiesta que la variedad de injerto influye en la altura de la del brote del injerto debido a que la variedad fuerte puede alcanzar más de 1 m de altura al año mientras hall solo puede alcanzar 80 a 90 cm sin embargo los testigos de los tratamientos tuvieron casi el mismo desarrollo. Aun no destacaron los mismo tratamientos que en la evaluación de diámetro de injerto.

Según la Figura 8, la línea de tendencia polinómica del comportamiento de los dos bioestimulantes con las tres dosis en las dos variedades Hall y Fuerte a los 160 ddi, se puede observar que la altura del injerto con un mejor resultado es del tratamiento Fuerte – Rumba con mayor altura de injerto en todas las dosis lo cual exhibe la curva de crecimiento más pronunciada la cual presenta el mejor ajuste del modelo ( $R^2 = 0.9988$ ), evidenciando máxima eficiencia fisiológica en elongación del injerto, en segundo lugar fue el tratamiento de Hall- Agrostemin -GL con un ajuste de  $R^2 = 0.9918$ .

De lo que se puede deducir que el incremento progresivo de la altura del injerto observado en la variedad Fuerte, especialmente cuando se aplicó el bioestimulante Rumba, indica una mayor capacidad fisiológica para estimular la elongación de tejidos, lo cual concuerda con lo descrito por Bulgari et al.(2019), quienes señalan que los bioestimulantes promueven el crecimiento vegetal mediante la activación metabólica y el aumento en la eficiencia de absorción lo que nos recuerda a que el producto Rumba ayuda con el crecimiento celular de las plantas debido a que aporta aminoácidos Silvestre Perú (2020). En la cual respuesta superior respecto a la variedad Hall coincide con lo planteado por Castro et al. (2020) quienes destacan que las diferencias genotípicas influyen en el desarrollo morfológico del palto durante la etapa de vivero.

**Tabla 8.** Prueba de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) altura del injerto (cm) con tres dosis aplicación del bioestimulante en las variedades Hall y Fuerte.

40 días			70 días			100 días			130 días			160 días		
Trat.	Media	Sig.	Trat.	Media	Sig.	Trat.	Media	Sig.	Trat.	Media	Sig.	Trat.	Media	Sig.
T1	15,33	a	T12	34,63	a	T12	35,40	a	T6	42,2	a	T12	46,59	a
T2	15,29	a	T6	32,11	ab	T6	34,58	a	T10	38	b	T6	42,94	b
T14	15,28	a	T10	29,06	bc	T10	30,00	b	T12	36,4	bc	T10	38,88	c
T8	14,98	a	T11	28,33	c	T11	29,04	b	T5	36,1	bc	T5	38,00	c
T5	14,94	a	T9	27,10	cd	T5	28,96	b	T9	33,9	c	T9	34,71	d
T13	14,91	a	T5	25,90	cde	T9	27,93	b	T11	33,6	c	T11	34,42	d
T4	14,67	a	T8	24,56	de	T4	27,53	b	T4	29,2	d	T4	33,03	de
T7	14,61	a	T4	23,63	ef	T8	25,16	c	T2	28,9	d	T2	32,03	ef
T9	14,45	a	T2	23,16	efg	T2	24,58	cd	T8	28,6	d	T8	31,78	ef
T11	14,37	a	T3	21,04	fgh	T7	22,54	de	T7	27,2	de	T3	31,34	ef
T6	14,35	a	T7	20,33	fgh	T1	22,37	de	T1	25,6	ef	T7	30,15	f
T12	14,33	a	T1	20,08	gh	T3	22,23	de	T3	23,3	fg	T1	26,69	g
T10	14,17	a	T13	18,93	h	T14	21,11	e	T13	22,9	fg	T14	24,48	h
T3	14,13	a	T14	18,74	h	T13	21,07	e	T14	22,5	g	T13	24,44	h

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

T1: Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad Hall

T2: Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad Fuerte

T3: Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Hall

T4: Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Fuerte

T5: Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Hall

T6: Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Fuerte

T7: Rumba + 15 ml/20 L+ variedad Hall

T8: Rumba + 15 ml/20 L+ variedad Fuerte

T9: Rumba + 30 ml/20 L+ variedad Hall

T10: Rumba + 30 ml/20 L+ variedad Fuerte

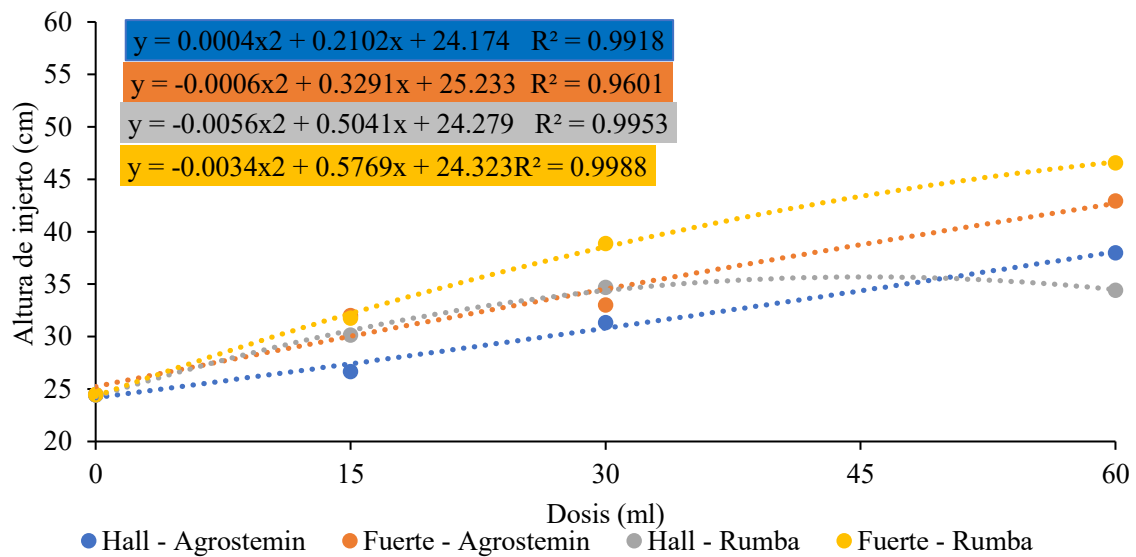
T11: Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Hall

T12: Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Fuerte

T13: Testigo variedad Hall

T14: Testigo variedad Fuerte

Ddi: días después de injerto



**Figura 8.** Tendencia polinómica de la altura del injerto (cm) con tres dosis de dos tipos de bioestimulantes a los 160 días después del injerto en dos variedades de palto.

#### 4.1.3. Número de brotes de 100 a 160 días

En la Tabla 9, se muestra el análisis de varianza los resultados obtenidos en el número de brotes muestran que, si bien a los 100 días después del injerto (ddi) no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos, a los 160 ddi las plantas comenzaron a evidenciar respuestas diferenciadas.

**Tabla 9.** Análisis de varianza (ANVA) ( $\alpha = 0,05$ ) de número de brotes del injerto después de la aplicación del bioestimulantes.

FV	GL	100 días			160 días		
		CM	Sig.	p - valor	CM	Sig.	p - valor
Tratamiento	13	0,75	NS	0,4588	0,79	AS	0,3984
Error	28	0,74			0,72		
Total	41						
CV (%)		30,09			28,74		

NS: No existe significancia.

AS: Existen diferencias estadísticas significativas al 1 % de probabilidad.

ddi: Días después del injerto.

CV: Coeficiente de variación

Esto indica que el efecto de los bioestimulantes no es inmediato, sino que requiere un periodo de acumulación y ajuste fisiológico para influir en la brotación, en concordancia con lo señalado por Hartmann et al. (2014) y Taiz y Zeiger (2017), quienes destacan que el brote depende de la activación hormonal y del restablecimiento funcional de la

unión vascular entre portainjerto y púa. Asimismo, los coeficientes de variación entre 28,74 % y 30,09 % reflejan una variabilidad moderada y aceptable, tal como sostiene Hernández (2020), al indicar que valores inferiores al 30 % permiten una interpretación confiable en estudios, con variación inherente entre unidades experimentales. De este modo, aun con ligera dispersión, los resultados presentan consistencia estadística suficiente para identificar diferencias reales entre tratamientos.

En la Tabla 10, se detalla la prueba de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) en la evaluación de número de brote según la influencia que tubo las dosis de los dos bioestimulante en las variedades de Hall y Fuerte a los 100 y 160 ddi, donde se observa diferencia estadística en los tratamientos en estudio.

A los 100 ddi, se observa que el tratamiento T3 (Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Hall) estadísticamente alcanzo un mayor número de brotes con una media de 3,75 en comparación del tratamiento T14 (Testigo variedad Fuerte) que mostro estadísticamente ser el menor valor de todos los tratamientos alcanzado una media de 1,72 brotes.

**Tabla 10.** Prueba Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) de número de brotes con tres dosis aplicación del bioestimulante en las variedades Hall y Fuerte.

100 (ddi)			160 (ddi)		
Trat.	Media	Sig.	Trat.	Media	Sig.
T3	3,75	a	T3	3,91	a
T6	3,73	a	T6	3,83	a
T4	3,18	ab	T4	3,18	ab
T8	3,06	ab	T12	3,13	ab
T2	2,89	ab	T2	3,06	ab
T1	2,85	ab	T8	3,06	ab
T5	2,81	ab	T1	2,93	ab
T11	2,77	ab	T5	2,89	ab
T12	2,76	ab	T11	2,89	ab
T10	2,67	ab	T7	2,67	ab
T9	2,60	ab	T9	2,67	ab
T7	2,60	ab	T10	2,67	ab
T13	2,57	ab	T13	2,57	ab
T14	1,72	b	T14	1,84	b

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

T1: Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad Hall

T3: Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Hall

T5: Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Hall

T2: Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad Fuerte

T4: Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Fuerte

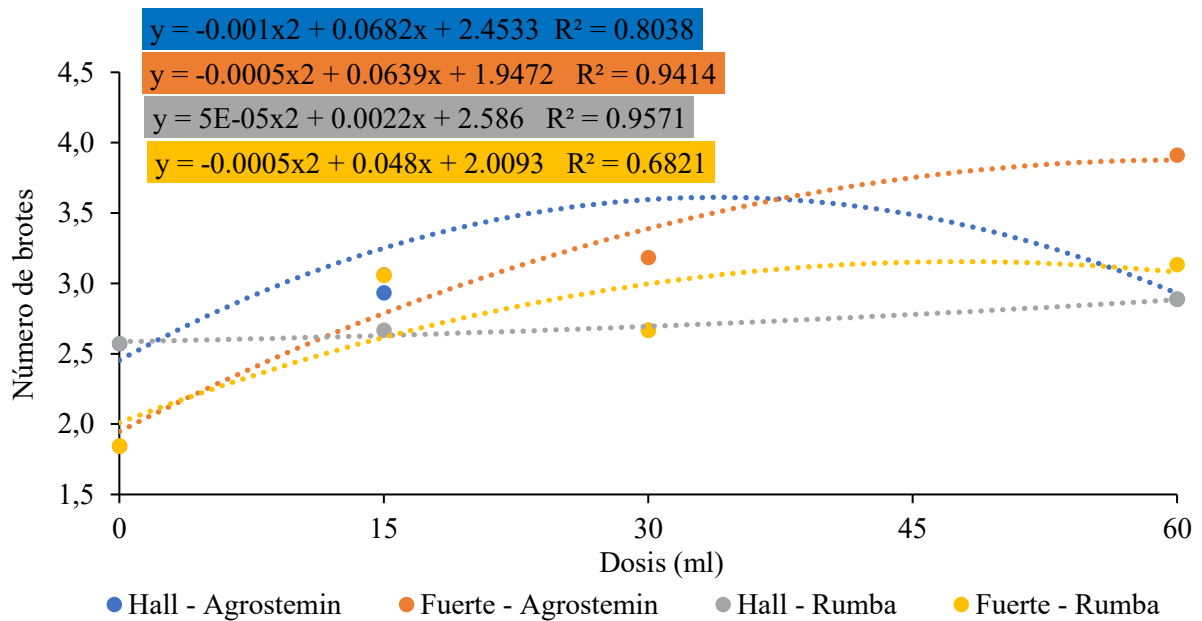
T6: Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>7</sub>: Rumba + 15 ml/20 L+ variedad Hall  
 T<sub>9</sub>: Rumba + 30 ml/20 L+ variedad Hall  
 T<sub>11</sub>: Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Hall  
 T<sub>13</sub>: Testigo variedad Hall  
 ddi: Dias después del injerto

T<sub>8</sub>: Rumba + 15 ml/20 L+ variedad Fuerte  
 T<sub>10</sub>: Rumba + 30 ml/20 L+ variedad Fuerte  
 T<sub>12</sub>: Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Fuerte  
 T<sub>14</sub>: Testigo variedad Fuerte

A los 160 ddi, según la prueba de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) si existe diferencia significativa en los tratamientos, los cuales están agrupados en dos grupos con diferentes media estadística pero con la misma significancia estadística; con el mayor valor y estadísticamente fue el tratamiento T<sub>3</sub> (Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Hall) con 3,91 seguido del T<sub>6</sub> (Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Fuerte) con una media de 3.83 brotes perteneciente al grupo 1, en el grupo dos está el tratamiento T<sub>14</sub> (Testigo variedad Fuerte) con una media de 1,72 brotes siendo el menor valor registrado; el bioestimulante Agrostemin al contener reguladores como las citoquininas estimula la actividad meristemática y favorecen en a la activación de yemas laterales por lo cual puede influenciar en los resultados de los números de brotes ya que según Muños et al. (2011) demostraron que la aplicación de citoquinas como la benciliminopurina (BAD) induce en la formación de brotes epicórmicos de injertos clonales de palto, en cambio al bioestimulante Rumba actúa a nivel metabólico, ya que este compuesto por aminoácidos libres es absorbidos y utilizados directamente por la planta, favoreciendo la síntesis de proteínas sin requerir energía adicional, sin embargo de acuerdo con Calvo et al. (2014) sostiene que los bioestimulantes actúan principalmente sobre crecimiento, raíces y vigor, no siempre sobre brotación lo que justifica porque no hubo diferencia altamente significativo en números de brotes.

Según la Figura 9, de la línea de tendencia polinómica de la influencia de dos bioestimulantes con las tres dosis en las dos variedades Hall y Fuerte a los 160 ddi, se puede observar que el brote del injerto con un mejor resultado es de Fuerte – Agrostemin GL con la dosis de 60 ml (T<sub>6</sub>) a comparación de 30 y 15 ml, en fuerte – Rumba en mejor comportamiento del diámetro fue la dosis de 15 ml (T<sub>2</sub>) en comparación de 30 ml y 60 ml, en Hall – Agrostemin GL con respecto al número de brotes fue la dosis de 30 ml (T<sub>3</sub>) seguido de 15 y 60 ml y en cuanto al comportamiento de Hall – Rumba fueron la dosis de 60 ml (T<sub>11</sub>) a comparación de 15 a 30 ml. Por lo tanto, el mejor desarrollo lo obtuvo el injerto por de la variedad Fuerte con ambos bioestimulantes utilizadas.



**Figura 9.** Tendencia polinómica del número de brotes con tres dosis de dos tipos de bioestimulantes a los 160 días después del injerto en dos variedades de palto.

#### 4.1.4. Número de hojas de 100 a 160 días

Con los resultados obtenidos se realizó el análisis de la varianza con un nivel de significancia de del 5% ( $\alpha = 0,05$ ), para evaluar la cantidad de número de hojas producidas del injerto de palto observándose:

Existe diferencias significativas entre los tratamientos en estudios para el número de hojas de los injertos a los 100 y 160 ddi; es decir que con al menos un tratamiento se obtuvo resultados muy diferentes para el número de hojas del injerto.

El coeficiente de variabilidad fue 19,28 % (100 ddi) y 10,81% (160 ddi) respectivamente según Calzada (1986), indica que existe una buena y muy buena homogeneidad en el comportamiento de las unidades experimentales de cada uno de los tratamientos respectivos, es decir que los 100 y 160 ddi comportamiento el número de hoja fue mejorando con el tiempo.

**Tabla 11.** Análisis de varianza (ANVA) ( $\alpha = 0,05$ ) de número de hojas después de la aplicación del bioestimulantes.

FV	GL	100 días			160 días		
		CM	Sig.	p – valor	CM	Sig.	p – valor
Tratamientos	13	142,13	AS	0.0005	223,17	AS	<0.0001
Error	28	29.22			20.22		
Total	41						
CV (%)		19.28			10.81		

NS: No existe significancia.

AS: Existen diferencias estadísticas altamente significativas al 1 % de probabilidad.

ddi: Días después del injerto.

CV: Coeficiente de variación

En la Tabla 12, se presentan los resultados de la prueba de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) para la característica número de hojas, evaluando la influencia de distintas dosis de los dos bioestimulantes en las variedades Hall y Fuerte a los 100 y 160 días después de la inoculación (ddi). Se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos analizados.

A los 100 ddi, el tratamiento T<sub>6</sub> (Agrostemin-GL, 60 ml/20 L, aplicado en la variedad Fuerte) mostró el mayor número de hojas, con una media de 39,42, superando significativamente al tratamiento T<sub>14</sub> (testigo de la variedad Fuerte), el cual presentó un menor número de hojas. A los 160 ddi, según la prueba de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) si existe diferencia significativa en los tratamientos, los cuales están agrupados en 7 grupos con diferentes media estadística pero con la misma significancia estadística; con el mayor valor y estadísticamente superiores a los demás tratamientos en estudio fue el tratamiento T<sub>12</sub> (Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Fuerte) con 56,12 número de hoja seguido del T<sub>11</sub> (Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Hall) con 52,67 número de hoja perteneciente al grupo 1, en el grupo 7 está el tratamiento T<sub>14</sub> (Testigo variedad Fuerte) con 20,61 número de hoja siendo el menor valor registrado. esto contribuye a que los tratamientos por las dosis altas de cada producto tuvieron una mejor reacción debido a que el bioestimulante incremento a la estimación de la división celular, expansión celular y el equilibrio hormonal ya que estas sustancias actúan como directamente sobre los tejidos meristemáticos, promoviendo el crecimiento vegetativo más vigoroso.

**Tabla 12.** Prueba Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) de número de hojas, con tres dosis aplicación del bioestimulante en las variedades Hall y Fuerte.

100 días			160 días		
Trat.	Media	Sig.	Trat.	Media	Sig.
T <sub>6</sub>	39,42	a	T <sub>12</sub>	56,12	a
T <sub>11</sub>	36,83	ab	T <sub>11</sub>	52,67	a
T <sub>4</sub>	33,45	abc	T <sub>6</sub>	48,65	ab
T <sub>10</sub>	31,93	abc	T <sub>9</sub>	48,28	abc
T <sub>2</sub>	29,97	abc	T <sub>4</sub>	46,53	abcd
T <sub>5</sub>	29,06	abc	T <sub>10</sub>	44,98	bcde
T <sub>1</sub>	28,94	abc	T <sub>5</sub>	42,78	bcde
T <sub>9</sub>	28,78	abc	T <sub>2</sub>	40,73	cdef
T <sub>8</sub>	27,57	bc	T <sub>7</sub>	39,47	cdef
T <sub>12</sub>	27,51	c	T <sub>3</sub>	37,78	def
T <sub>7</sub>	24,53	c	T <sub>1</sub>	37,25	ef
T <sub>13</sub>	22,73	c	T <sub>8</sub>	33,81	f
T <sub>3</sub>	22,61	c	T <sub>13</sub>	33,71	f
T <sub>14</sub>	11,06	d	T <sub>14</sub>	20,61	g

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

T<sub>1</sub>: Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>3</sub>: Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>5</sub>: Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>7</sub>: Rumba + 15 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>9</sub>: Rumba + 30 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>11</sub>: Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>13</sub>: Testigo variedad Hall

ddi: días después del injerto

T<sub>2</sub>: Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>4</sub>: Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>6</sub>: Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Fuerte

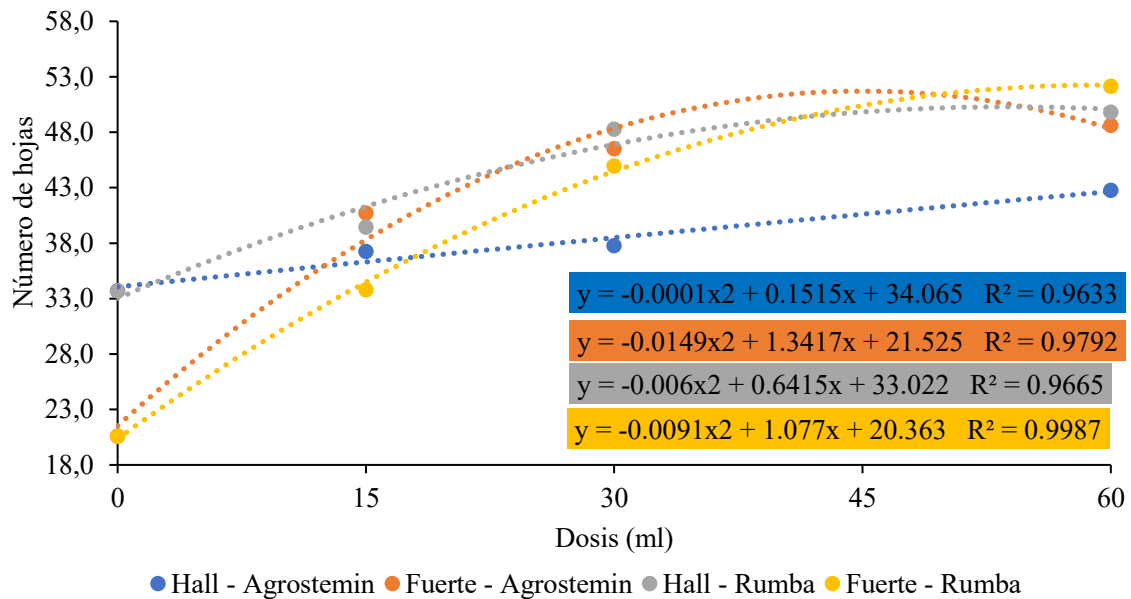
T<sub>8</sub>: Rumba + 15 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>10</sub>: Rumba + 30 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>12</sub>: Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>14</sub>: Testigo variedad Fuerte

De acuerdo a du Jardin (2015), los bioestimulantes mejoran el desarrollo de las plantas al aumentar la eficacia, tolerancia al estrés abiótico y la calidad del cultivo incluyendo parámetros de las hojas y así mismo según Taiz et al. (2015), aporta que el crecimiento en altura está estrechamente relacionado con los proceso hormonales y fisiológicos que inciden en la formación foliar y dosel vegetativo ya que el tratamiento en estudio con mayor altura fue el tratamiento T<sub>12</sub> (Tabla 8) el mismo en número de hojas (Tabla 12) siendo el factor determinante para el aumento. A lo que nos recuerda que en la altura del injerto el tratamiento T<sub>12</sub> obtuvo un mayor crecimiento lo cual se podría decir que influyo a tener mayor número de hoja en el trabajo experimental.



**Figura 10.** Tendencia polinómica del número de hojas con tres dosis de dos tipos de bioestimulantes a los 160 días después del injerto en dos variedades de palto.

En la figura 10, se grafica la tendencia polinómica de número de hojas a los 160 ddi mostrando la influencia de los 2 bioestimulantes con las tres dosis en las dos variedades Hall y Fuerte:

Hall – Agrostemin GL (azul) presenta el menor número de hojas en todas las dosis con Incremento gradual y sostenido con un ajuste del modelo ( $R^2 = 0.9633$ ) lo Indica respuesta débil, pero estable con las dosis 15, 30 y 60 ml.

En Fuerte – Agrostemin GL (naranja) registra valores superiores a Hall con el mismo bioestimulante, el incremento es notable hasta 45 ml, luego ligera caída.  $R^2 = 0.9792$ , indicando consistencia. Sugiere que Fuerte responde mejor que Hall con Agrostemin GL.

Hall – Rumba (gris) muestra mayor cantidad de hojas que Hall con Agrostemin - GL brindando un crecimiento progresivo hasta 45 ml, con leve reducción después con un ajuste de  $R^2 = 0.9665$  lo que refleja respuesta positiva, aunque no máxima.

Fuerte – Rumba (amarillo) este el tratamiento con mayor número de hojas en casi todas las dosis lo que indica un curva ascendente marcada, con ligera estabilización final

y siendo el mejor ajuste del modelo ( $R^2 = 0.9987$ ), evidenciando la máxima eficiencia fisiológica foliar.

Lo que atribuye que el crecimiento en altura y el incremento del diámetro del injerto suelen asociarse con una mayor capacidad de emisión y sostén foliar, debido a que ambos parámetros reflejan una adecuada actividad meristemática y un buen proceso de lignificación temprana. En los plántones de palto, un mayor número de hojas generalmente se relaciona con mayor altura del brote, ya que la expansión foliar está influenciada por el vigor del crecimiento apical y la eficiencia en la translocación de foto asimilados hacia los tejidos en elongación (Taiz & Zeiger, 2015).

De igual manera, el incremento en el diámetro del injerto se vincula con un sistema vascular más desarrollado, lo que favorece el transporte de agua, nutrientes y hormonas hacia la sección aérea, resultando en mayor capacidad fotosintética y, por consiguiente, mayor número de hojas funcionales (Salisbury & Ross, 2022). Este comportamiento sugiere que plantas con mayor diámetro presentan mejor consolidación del prendimiento y compatibilidad del injerto, lo que repercute en una mayor superficie foliar activa. Así, la correlación positiva entre altura, diámetro y número de hojas indica que estos parámetros se retroalimentan como indicadores del vigor vegetativo. Un aumento en la altura del injerto suele acompañarse de mayor producción foliar, mientras que el diámetro aporta soporte estructural y eficiencia fisiológica para sostener dicho crecimiento. Esto permite interpretar que los tratamientos que lograron mayor altura y diámetro también promovieron mayor número de hojas, reflejando un desempeño superior en términos de establecimiento y desarrollo temprano del injerto. Lo nos recuerda que los tratamientos con  $T_{12}$  y  $T_6$  sobresalieron en la evaluación de altura y número de hoja diferente a  $T_5$  que sobresalió en la evaluación de diámetro del injerto a lo que podríamos decir que no todas las características van al mismo crecimiento.

## 4.2. Evaluaciones biométricas al final del experimento

### 4.2.1. Área foliar (cm<sup>2</sup>)

Según el análisis de varianza ( $\alpha = 0,05$ ) para el área foliar de plantones de palto evaluados a los 160 ddi, bajo la influencia de dos bioestimulantes aplicados en tres dosis sobre las variedades Fuerte y Hall (Tabla 17), se encontraron diferencias estadísticamente significativas, lo que indica que al menos un tratamiento difiere de manera significativa respecto a los demás. Los coeficientes de variación (C.V.) fueron del 18,67 %, lo que, según Calzada (1986), refleja una buena a muy buena homogeneidad en el comportamiento de las unidades experimentales de cada tratamiento. Estos resultados sugieren que la aplicación de bioestimulantes ejerce un efecto positivo sobre el área foliar de los plantones.

**Tabla 13.** Cuadrados medios del análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ), área foliar (cm<sup>2</sup>) plantones de palto.

FV	GL	Área foliar (cm <sup>2</sup> )		
		CM	Sig.	p - valor
Tratamientos	13	1094889,13	AS	<0,0001
Error	14	78756,79		
Total	27			
C.V. (%)		18,67		

NS: No existe significancia.

AS: Existen diferencias estadísticas altamente significativas al 1 % de probabilidad.

ddi: Días después del injerto.

CV: Coeficiente de variación

Tras realizar la prueba de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) para los tratamientos sobre el área foliar (Tabla 18), se observaron diferencias estadísticas significativas entre los distintos tratamientos bajo la influencia de los bioestimulantes en diferentes dosis. El tratamiento T<sub>12</sub> (Rumba, 60 ml/20 L, aplicado a la variedad Fuerte) presentó el mayor valor de área foliar, con 2638,35 cm<sup>2</sup>, seguido por los tratamientos T<sub>5</sub>, T<sub>11</sub>, T<sub>9</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>10</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>8</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>13</sub>, mientras que el tratamiento T<sub>14</sub> registró el menor valor, con 311,98 cm<sup>2</sup>. Esta tendencia refleja lo observado en el número de hojas (Tabla 12), ya que el área foliar total depende tanto del número de hojas emitidas como de su tamaño promedio, según Taiz et al. (2015). En este sentido, el uso de bioestimulantes como Agrostemin GL y Rumba puede incidir positivamente en la morfogénesis foliar, promoviendo tanto el número como la expansión de las hojas, lo cual ha sido reportado en estudios similares con extractos de algas y formulaciones ricas en

aminoácidos de acuerdo a Rouphael & Colla, (2020). La aplicación de estos insumos durante las primeras fases del establecimiento de plantas injertadas puede optimizar la acumulación de biomasa aérea y mejorar la adaptación de los injertos al ambiente edáfico y climático. Que además tiene mucha relación con la altura de injerto (Tabla 8) y número de hojas (Tabla 12) con el tratamiento T<sub>12</sub> a los 160 ddi que presenta mayores resultados al igual que en la evaluación del área foliar.

**Tabla 14.** Prueba Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) área foliar (cm<sup>2</sup>) de plantones de palto.

Área foliar		
Trat.	Medias	Rango
T <sub>12</sub>	2638,35	a
T <sub>5</sub>	2317,39	ab
T <sub>11</sub>	2230,74	abc
T <sub>9</sub>	2033,55	abcd
T <sub>7</sub>	1969,25	bcd
T <sub>10</sub>	1957,94	bcd
T <sub>1</sub>	1573,04	cde
T <sub>4</sub>	1539,73	de
T <sub>6</sub>	1307,77	ef
T <sub>3</sub>	1274,83	ef
T <sub>8</sub>	853,63	fg
T <sub>2</sub>	679,35	fg
T <sub>13</sub>	356,68	g
T <sub>14</sub>	311,98	g

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

T<sub>1</sub>: Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>3</sub>: Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>5</sub>: Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>7</sub>: Rumba + 15 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>9</sub>: Rumba + 30 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>11</sub>: Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>13</sub>: Testigo variedad Hall

T<sub>2</sub>: Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>4</sub>: Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>6</sub>: Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>8</sub>: Rumba + 15 ml/20 L+ variedad Fuerte

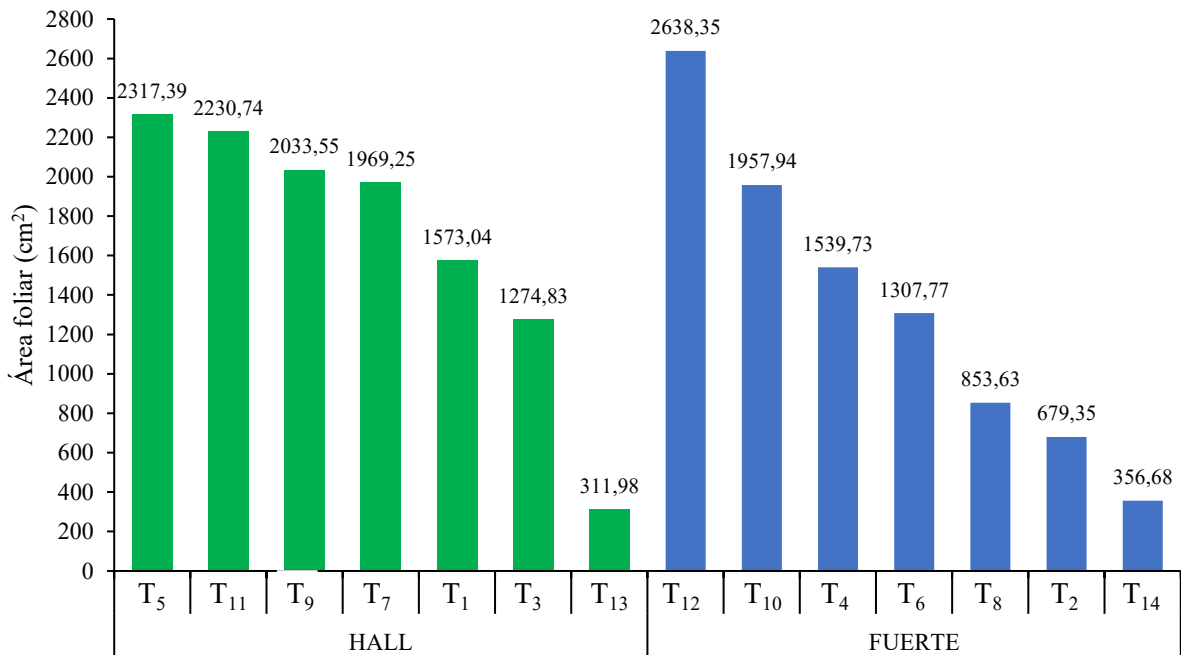
T<sub>10</sub>: Rumba + 30 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>12</sub>: Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>14</sub>: Testigo variedad Fuerte

Según el diagrama de barras en (Figura 11) se puede observar que en mayor área corresponde al tratamiento T<sub>12</sub> de aplicación Rumba a 60 ml/20 L de portainjerto variedad Fuerte con 2638,35 cm<sup>2</sup> y el T<sub>5</sub> Agrostemin - GL a 60 ml/20 L de portainjerto variedad Hall, y con menor en ambas variedades es el testigo de cada variedad. Sin embargo, el área folia

(m<sup>2</sup>) con mayor valor no fue con el mismo producto, pero si con la máxima dosis de las que se podría deducir que los resultados pueden variar depende de del tipo de injerto.



**Figura 11.** Área foliar (cm<sup>2</sup>) del injerto de palto por el efecto de dos bioestimulantes con tres dosis en la variedad Fuerte y Hall a partir del peso fresco y seco de la planta (Tabla 18).

#### 4.2.2. Número de raíces y volumen radicular (cm<sup>3</sup>)

Según el análisis de la varianza ( $\alpha = 0.05$ ), respecto al número y volumen de raíces de plántones de palto evaluados a los 160 ddi; bajo la influencia de 2 bioestimulante con las tres dosis en las variedades de fuerte y Hall (Tabla 13) se encontraron diferencias estadísticas significativa, lo que indica que al menos un tratamiento en estudio es estadísticamente diferente.

**Tabla 15.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) número de raíces y volumen radicular (cm<sup>3</sup>) de plántones de palto.

FV	GL	Número de raíces			Volumen de radicular (cm <sup>3</sup> )		
		CM	Sig.	p - valor	CM	Sig.	p - valor
Tratamientos	13	1114,54	AS	0,0062	1046,24	AS	0,0094
Error	28	275,14			275,57		
Total	41						
CV (%)				26,97			23,13

NS: No existe significancia.

AS: Existen diferencias estadísticas altamente significativas al 1 % de probabilidad.

ddi: Días después del injerto.

CV: Coeficiente de variación

Los coeficientes de variación (C.V) fue de 26, 97 y 23.13 %, según Hernández (2020) respalda que acerca de los valores de menor al 30% refleja una relación dispersa con respecto a la media de los datos, mostrando diferencias altas entre sus medias, mientras que un valor bajo de 30 % demuestra una relación más confiable entre las medias de las variables en el estudio.

**Tabla 16.** Prueba Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) número de raíces y volumen radicular ( $\text{cm}^3$ ) de plantones de palto.

Número de raíces			Volumen de radicular ( $\text{cm}^3$ )		
Trat.	Media	Rango	Trat.	Media	Rango
<b>T<sub>12</sub></b>	106,00	a	<b>T<sub>12</sub></b>	99,00	a
<b>T<sub>11</sub></b>	102,00	a	<b>T<sub>6</sub></b>	96,50	a
<b>T<sub>9</sub></b>	82,00	b	<b>T<sub>10</sub></b>	92,00	a
<b>T<sub>6</sub></b>	78,50	b	<b>T<sub>11</sub></b>	89,50	ab
<b>T<sub>4</sub></b>	67,50	b	<b>T<sub>9</sub></b>	88,00	ab
<b>T<sub>10</sub></b>	64,00	bc	<b>T<sub>4</sub></b>	87,00	ab
<b>T<sub>5</sub></b>	60,00	c	<b>T<sub>8</sub></b>	74,00	abc
<b>T<sub>2</sub></b>	53,00	c	<b>T<sub>2</sub></b>	68,50	abc
<b>T<sub>8</sub></b>	53,00	c	<b>T<sub>5</sub></b>	67,60	bc
<b>T<sub>3</sub></b>	45,00	c	<b>T<sub>1</sub></b>	67,50	bc
<b>T<sub>7</sub></b>	44,00	c	<b>T<sub>7</sub></b>	60,00	c
<b>T<sub>1</sub></b>	43,00	cd	<b>T<sub>3</sub></b>	50,00	cd
<b>T<sub>13</sub></b>	41,50	cd	<b>T<sub>1</sub></b>	48,00	cd
<b>T<sub>14</sub></b>	21,50	cd	<b>T<sub>14</sub></b>	17,00	d

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

T<sub>1</sub>: Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>3</sub>: Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>5</sub>: Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>7</sub>: Rumba + 15 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>9</sub>: Rumba + 30 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>11</sub>: Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>13</sub>: Testigo variedad Hall

T<sub>2</sub>: Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>4</sub>: Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>6</sub>: Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>8</sub>: Rumba + 15 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>10</sub>: Rumba + 30 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>12</sub>: Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>14</sub>: Testigo variedad Fuerte

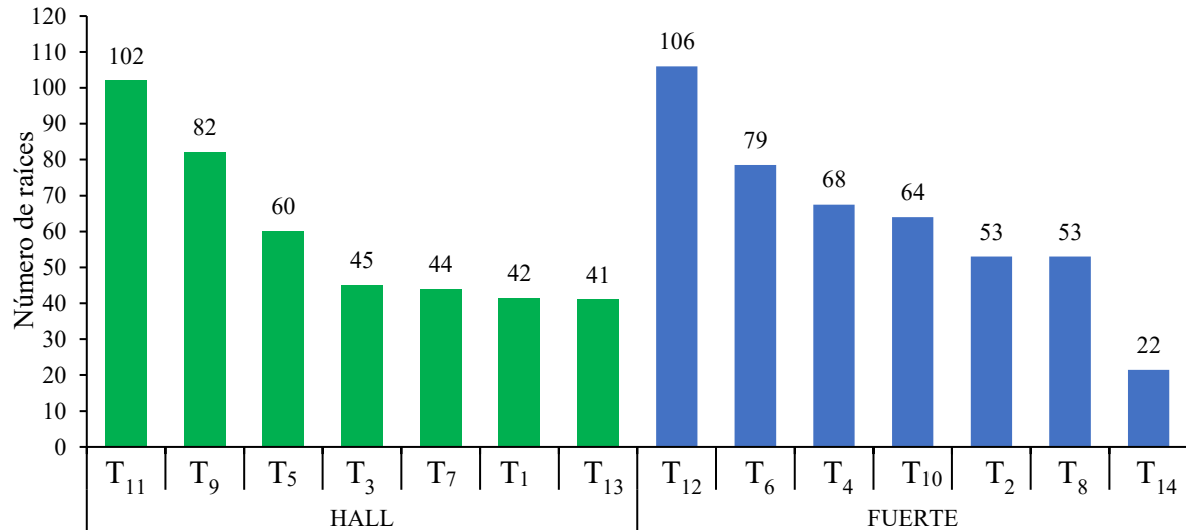
Al realizar prueba de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) a los 160 ddi muestra que existe diferencias significativas entre los tratamientos del parámetro de número de raíces y volumen de raíces ( $\text{cm}^3$ ). En número de raíces (Tabla 14), se determinó cuatro grupos de las cuales el tratamiento T<sub>12</sub> (Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Fuerte) con 106 raíces y T<sub>9</sub> (Rumba + 30 ml/20

L+ variedad Hall) con 102 raíces secundarias ubicándose en primer lugar, pero estadísticamente iguales, en segundo lugar se muestra los tratamientos T<sub>11</sub> (Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Hall) con 82 raíces, T<sub>6</sub> (Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Fuerte) con 78.50 raíces, T<sub>4</sub> (Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Fuerte) con 67.50 raíces y T<sub>10</sub> (Rumba + 30 ml/20 L+ variedad Fuerte) con 64 raíces siendo estadísticamente iguales, en el tercer lugar con los tratamientos T<sub>5</sub> (Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Hall) con 60 raíces, T<sub>2</sub> (Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad Fuerte) con 53 raíces, T<sub>12</sub> (Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Fuerte) con 53 raíces, T<sub>3</sub> (Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Hall) con 45 raíces, T<sub>7</sub> (Rumba + 15 ml/20 L+ variedad Hall) con 44 raíces, T<sub>1</sub> (Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad Hall) con 43 raíces y T<sub>13</sub> (Testigo + variedad Hall) con 41,51 raíces siendo estadísticamente iguales, en el último lugar T<sub>14</sub> (Testigo variedad Fuerte) con 21,50 de raíces.

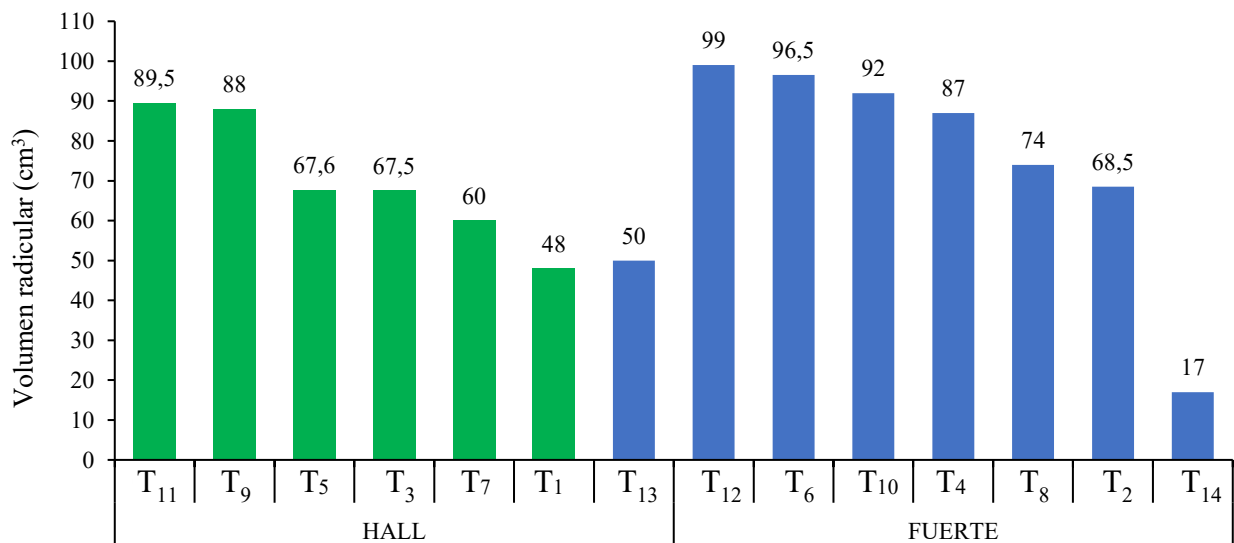
En el volumen de raíz de esta (Tabla 14), los tratamientos se agruparon en cuatro categorías estadísticas. En el primer grupo se encuentran los tratamientos T<sub>12</sub> (Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Fuerte) con 99 cm<sup>3</sup>, T<sub>6</sub> (Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Fuerte) con 96,50 cm<sup>3</sup> y T<sub>10</sub> (Rumba + 30 ml/20 L+ variedad Fuerte) con 92 cm<sup>3</sup> siendo estadísticamente igual y no en la media, en el segundo grupo ocupados por los tratamientos T<sub>11</sub> (Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Hall) con 89 cm<sup>3</sup>, T<sub>9</sub> (Rumba + 30 ml/20 L+ variedad Hall) con 88 cm<sup>3</sup>, T<sub>4</sub> (Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Fuerte) con 87 cm<sup>3</sup> y T<sub>8</sub> (Rumba + 15 ml/20 L+ variedad Fuerte) con 74 cm<sup>3</sup>; mostrando diferencias significativas respecto a otros tratamientos. En el tercer grupo se ubicaron T<sub>2</sub> (Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad Fuerte) con 6850 cm<sup>3</sup>, T<sub>5</sub> (Agrostemin-GL + 60 ml/20 L+ variedad Hall) con 67,60 cm<sup>3</sup>, T<sub>3</sub> (Agrostemin-GL + 30 ml/20 L+ variedad Hall) con 67,50 cm<sup>3</sup>, T<sub>7</sub> (Rumba + 15 ml/20 L+ variedad Hall), T<sub>1</sub> (Agrostemin-GL + 15 ml/20 L+ variedad Hall) con 50 cm<sup>3</sup> y T<sub>13</sub> (Testigo + variedad Hall) con 48 cm<sup>3</sup>, en el cuarto con el menor valor estadística es el tratamiento T<sub>14</sub> (Testigo variedad Fuerte) con 17 cm<sup>3</sup>; siendo inferior en comparación a los demás tratamientos.

Según el diagrama de barras en (Figura 12) se puede observar que en mayor número de raíz corresponde al tratamiento T<sub>12</sub> de aplicación Rumba a 60 ml/20 L de portainjerto variedad Fuerte con 106 raíces, influenciado en comparación de la variedad hall excepto por Tratamiento T<sub>14</sub> con 22 raíces; ya que este viene a ser el testigo y menor valor de los tratamientos en estudio. De acuerdo con Colla et al. (2015) indica que las respuestas de crecimiento de raíces a bioestimulantes foliares son diferentes, aunque no se aplican

directamente a la raíz, por lo que existe una probabilidad de una interacción genotípica entre el injerto y el patrón.



**Figura 12.** Número de raíz de palto por el efecto de dos bioestimulantes con tres dosis en la variedad Fuerte y Hall.



**Figura 13.** Volumen radicular (cm<sup>3</sup>) del patrón del injerto de palto por el efecto de dos bioestimulantes con tres dosis en la variedad Fuerte y Hall.

Según el diagrama de barras en (Figura 13) se puede observar que en mayor volumen de raíces corresponde al tratamiento T<sub>12</sub> de aplicación Rumba a 60 ml/20 L de portainjerto variedad Fuerte con 99 cm<sup>3</sup>, influenciado en comparación de la variedad hall excepto por Tratamiento T<sub>14</sub> con 14 cm<sup>3</sup>; ya que este viene a ser el testigo de los tratamientos en estudio. De acuerdo con Ertani et al. (2013) indica que el volumen radicular aumenta según

el bioestimulante foliares aplicado ya que estos pueden activar rutas metabólicas que hacen reanudar una mayor actividad radicular, no obstante, los resultados pueden variar depende de del tipo de injerto.

Luego de observar la (Tabla 12), podemos determinar que el desarrollo radicular influencio en los parámetros como; diámetro (Tabla 6), altura (Tabla 8), número de hoja (Tabla 12) y área foliar (Tabla 14) siendo los mismos tratamientos ( $T_{12}$  y  $T_6$ ) que fueron superiores a los demás tratamientos en estudio, así mismo Taiz et al., (2015) menciona que la capacidad de crecimiento de una planta está estrechamente relacionada con el sistema radicular que son encargados de proporcionar nutrientes, agua y de hormonas esenciales para el desarrollo de los órganos aéreos, como consecuencia la planta tendrá un crecimiento equilibrado y vigoroso.

#### 4.2.3. Materia seca

Según el análisis de la varianza ( $\alpha = 0.05$ ), respecto peso fresco y seco de plantones de palto evaluados a los 160 ddi; bajo la influencia de 2 bioestimulante con las tres dosis en las variedades de Fuerte y Hall (Tabla 15) se encontraron diferencias estadísticas significativa, lo que indica que al menos un tratamiento difiere de manera relevante respecto a los demás. Los coeficientes de variación (C.V.) fueron de 21, 50 y 20,28 %, según Hernández (2020) respalda que acerca de los valores de menor al 30% refleja una relación dispersa con respecto a la media de los datos, mostrando diferencias altas entre sus medias, mientras que un valor bajo de 30 % demuestra una relación más confiable entre las medias de las variables en el estudio.

**Tabla 17.** Análisis de varianza ( $\alpha = 0.05$ ) peso fresco (g) y seco (g) de plantones de palto.

FV	GL	Peso fresco			Peso seco		
		CM	Sig.	p - valor	CM	Sig.	p - valor
Tratamientos	13	8877,0	AS	0.0007	1273,22	AS	0,0017
Error	14	1367,90			235,54		
Total	27						
CV (%)				20,28			21,50

NS: No existe significancia.

AS: Existen diferencias estadísticas altamente significativas al 1 % de probabilidad.

ddi: Días después del injerto.

CV: Coeficiente de variación

De acuerdo con la prueba de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ), para los tratamientos de los parámetros evaluados de peso fresco (g) y seco (g) (Tabla 16), se muestra

Después de hacer la prueba de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ), para los tratamientos de área foliar (Tabla 16), muestra diferencias estadísticas entre los distintos tratamientos bajo la influencia de los bioestimulantes en diferentes dosis, en donde el peso fresco y seco sobresalen con el tratamiento T<sub>11</sub> (Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Hall) con 275, 20 g y 109,15 g, destacando con el mayor valor. En el peso fresco y seco tratamiento T<sub>14</sub> (Testigo variedad Fuerte) con 59,55 g y 31,55 g fue estadísticamente menor a los demás tratamientos en estudio.

**Tabla 18.** Prueba Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) peso fresco (g) y seco (g) de plántones de palto.

Peso fresco (g)			Peso seco (g)		
Trat.	Medias	Rango	Trat.	Medias	Rango
T <sub>11</sub>	275,20	a	T <sub>11</sub>	109,15	a
T <sub>6</sub>	262,40	ab	T <sub>4</sub>	107,85	ab
T <sub>4</sub>	257,75	ab	T <sub>6</sub>	106,25	ab
T <sub>12</sub>	247,05	ab	T <sub>12</sub>	95,35	abc
T <sub>9</sub>	222,30	abc	T <sub>9</sub>	80,30	abcd
T <sub>5</sub>	204,00	abc	T <sub>5</sub>	72,50	bcde
T <sub>10</sub>	183,80	bc	T <sub>10</sub>	68,55	cdef
T <sub>7</sub>	175,75	bc	T <sub>7</sub>	64,65	cdef
T <sub>8</sub>	156,25	cd	T <sub>8</sub>	60,80	cdef
T <sub>3</sub>	149,65	cd	T <sub>3</sub>	58,95	cdef
T <sub>1</sub>	139,45	cde	T <sub>1</sub>	53,05	def
T <sub>2</sub>	138,20	cde	T <sub>2</sub>	49,20	def
T <sub>13</sub>	82,00	de	T <sub>13</sub>	41,15	ef
T <sub>14</sub>	59,55	e	T <sub>14</sub>	31,55	f

Tratamientos unidos por la misma letra en una columna, no existe significación estadística.

T<sub>1</sub>: Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>3</sub>: Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>5</sub>: Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>7</sub>: Rumba + 15 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>9</sub>: Rumba + 30 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>11</sub>: Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>13</sub>: Testigo variedad Hall

T<sub>2</sub>: Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>4</sub>: Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>6</sub>: Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>8</sub>: Rumba + 15 ml/20 L+ variedad Fuerte

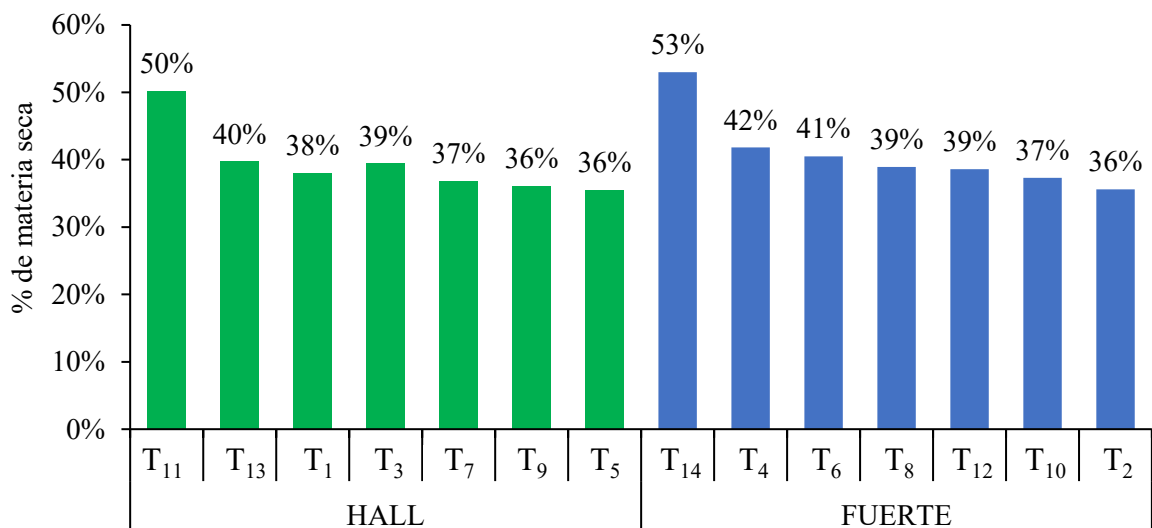
T<sub>10</sub>: Rumba + 30 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>12</sub>: Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>14</sub>: Testigo variedad Fuerte

Según el diagrama de barras en (Figura 14) se puede observar que se puede observar que en mayor área corresponde al tratamiento T<sub>14</sub> (Testigo variedad Fuerte) con 53 % y el T<sub>13</sub> (Testigo variedad Hall) con 50 % en comparación con los tratamientos que recibieron

bioestimulantes, sin importar el patrón de injerto utilizado y con el menor valor estadístico fue los tratamientos T<sub>2</sub> (Agrostemin - GL+ 15 ml/20 L+ variedad Fuerte), T<sub>5</sub> (Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Hall) y T<sub>9</sub> (Rumba + 30 ml/20 L+ variedad Hall) con 36 % de materia seca en tratamientos en estudios; este hallazgo sugiere que los bioestimulantes hayan promovido una mayor retención de agua en los tejidos o un desarrollo de tejidos más tiernos y menos lignificados, lo cual redujo la concentración de materia seca en relación con el peso fresco. Según du Jardin (2015), los bioestimulantes pueden alterar el metabolismo del agua, la actividad hormonal y la distribución de biomasa dentro de la planta estimulando el crecimiento y las funciones metabólicas de células y organismos dando como resultado cultivos sanos, fuertes y con mayor producción a futuro, lo cual puede influir directamente sobre la proporción de materia seca. Sin embargo, estos efectos son altamente dependientes de la especie vegetal, el tipo de bioestimulante, ya que el estado fisiológico de la planta es influenciado a condiciones ambientales, lo que podría explicar el bajo rendimiento observado en el tratamiento T<sub>13</sub> y T<sub>14</sub>.



**Figura 14.** Porcentaje de materia seca (%) de plántones de palto por el efecto de dos bioestimulantes con tres dosis en la variedad Fuerte y Hall de palto.

Al analizar todas las características biométricas de los plántones en función de los tratamientos evaluados, se observa que la aplicación de bioestimulantes favoreció el desarrollo de atributos como altura, diámetro, número de hojas, área foliar, número y volumen de raíces, así como la biomasa fresca. Estos resultados coinciden con lo reportado por Nuñez (2016), quien encontró que el uso de bioestimulantes orgánicos permite obtener plántones aptos para injertar en menor tiempo y con mejores características biométricas. De manera específica, los plántones tratados con bioestimulantes mostraron mejoras significativas

en diámetro y altura del injerto, número de hojas, área foliar, longitud radicular y biomasa, tanto en materia fresca como seca. Por otra parte, explicaría el por qué el T<sub>12</sub>, T<sub>6</sub> y en algunas ocasiones el T<sub>11</sub> sobresale en las mayorías de los parámetros evaluados.

### **4.3. Análisis especial de macro y micronutrientes de la planta de palto**

#### **4.3.1. Análisis aéreo**

El análisis del tejido aéreo (tallo y hojas) permitió evaluar la respuesta nutricional del palto bajo los distintos tratamientos (Tabla 19). Se consideró la media de dos evaluaciones por tratamiento, analizando el contenido de Nitrógeno (N %), Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> %), Potasio (K %), Calcio (Ca %), Magnesio (Mg %), Sodio (Na %), Zinc (Zn ppm), Hierro (Fe ppm), Cobre (Cu ppm) y Manganeso (Mn ppm). Los resultados mostraron que los tratamientos tuvieron un efecto significativo sobre la absorción, transporte y acumulación de nutrientes, probablemente mediado por la acción fisiológica de los bioestimulantes y las interacciones planta-suelo.

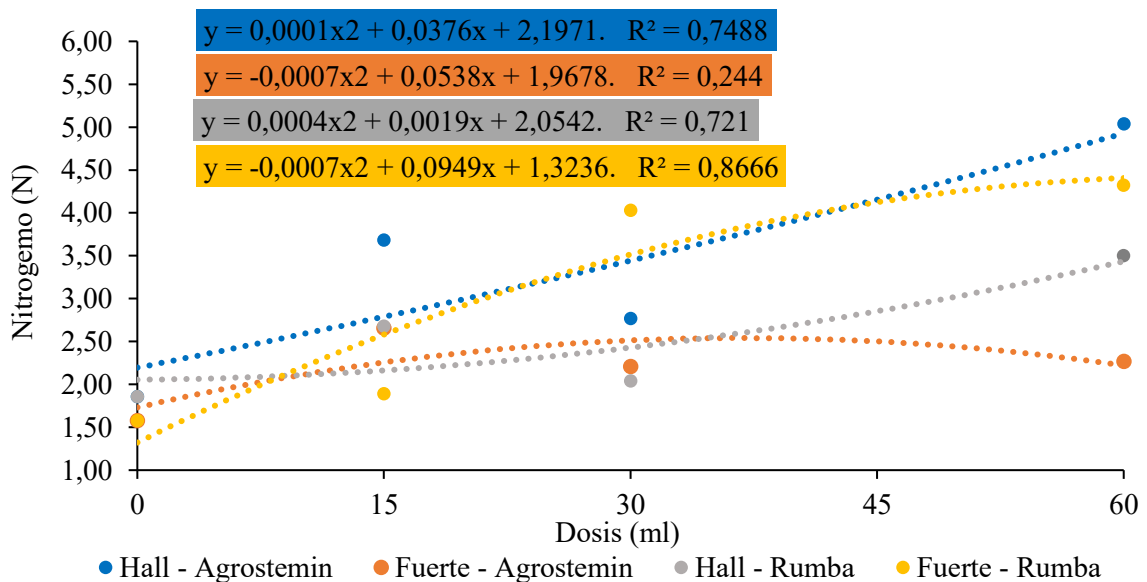
Respecto a los macronutrientes primarios, el contenido más alto de nitrógeno (N) se registró en el tratamiento T<sub>5</sub> (Agrostemin-GL + 60 ml/20 L + variedad Hall) con 5.04%, seguido por T<sub>12</sub> (Rumba + 60 ml/20 L + variedad Fuerte) con 4.32%. Esta alta concentración puede estar asociada a una mayor eficiencia en la asimilación de nitratos y amonio, favorecida por la actividad de enzimas como el nitrato reductasa y glutamina sintetasa, que podrían haber sido estimuladas por los compuestos bioactivos presentes en los bioestimulantes. Según Calvo et al. (2014), los bioestimulantes potencian la síntesis de hormonas endógenas y enzimas relacionadas con el metabolismo del nitrógeno, lo que se traduce en mayor vigor vegetativo, mayor área foliar y tasa fotosintética elevada.

Según el contenido foliar óptimo de nitrógeno se encuentra generalmente entre 2.0 % y 2.8 % del peso seco de la hoja, dependiendo del tipo de patrón, variedad y manejo del sustrato. Valores inferiores a 1.8 % suelen reflejar deficiencia nutricional, manifestándose en hojas de color verde pálido o amarillentas, menor desarrollo de brotes y un crecimiento lento del injerto. En cambio, concentraciones superiores a 3.0 % pueden generar exceso de crecimiento vegetativo, afectando el equilibrio entre raíz y parte aérea, e incluso retrasando la lignificación del tejido del injerto (Lovatt, 2013; Alcaraz-López et al., 2012). Sin embargo, pese

que el contenido de nitrógeno fue mayor a 3.0% el T<sub>12</sub> con 4.32% tuvo un mejor desarrollo en frente a altura y número de hoja lo cual no puedo decir lo mismo en cuanto al T<sub>5</sub>.

Y según la Figura 15, En la variedad Hall tratada con Agrostemin, se presenta un incremento progresivo del contenido de nitrógeno conforme aumenta la dosis, alcanzando un ajuste polinómico de segundo grado con un coeficiente de determinación ( $R^2 = 0.7488$ ), lo que indica una relación positiva significativa entre ambas variables. Por otro lado, la variedad Fuerte tratada con Agrostemin muestra una tendencia menos marcada  $R^2 = 0.244$ , con una ligera disminución del nitrógeno a dosis elevadas, sugiriendo una respuesta menos consistente al incremento del bioestimulante. En cuanto al bioestimulante Rumba, la variedad Hall evidenció una respuesta positiva  $R^2 = 0.721$ , manteniendo un aumento sostenido del contenido de nitrógeno.

En cuanto a las dos variedades, la variedad Fuerte registró la correlación más alta ( $R^2 = 0.8666$ ), con un incremento notorio del nitrógeno conforme se incrementó la dosis aplicada, lo que refleja una alta eficiencia de este bioestimulante en dicha variedad. Esto nos daría entender el por qué en cuanto a altura el T<sub>12</sub> tuvo una respuesta significativa.



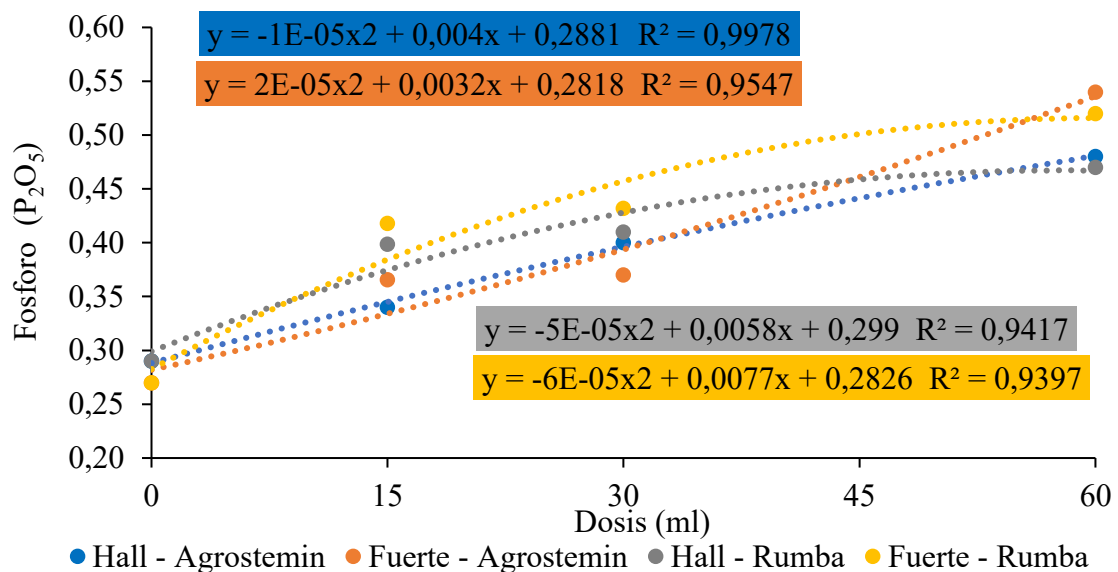
**Figura 15.** Tendencia polinómica de correlación de dosis de dos bioestimulante en la variedad Hall y Fuerte del contenido de Nitrógeno en las hojas y ramas

En la Figura 21, se observa la concentración radicular de nitrógeno (N) en plantones de palto de las variedades Fuerte y Hall, bajo la aplicación de distintas dosis (0, 15,

30 y 60 ml) de los bioestimulantes Agrostemin - GL y Rumba. Los resultados muestran una tendencia positiva y consistente en todas las combinaciones, indicando que el incremento en la dosis aplicada favoreció la absorción y acumulación de nitrógeno en el tejido radicular. El modelo Hall–Agrostemin - GL ( $y = -0,0015x^2 + 0,1155x + 1,6147$ ;  $R^2 = 0,9129$ ) muestra la curva mejor ajustada entre todos los tratamientos, evidenciando que esta combinación estimula de forma eficiente la absorción de N. En cuanto Hall con Rumba ( $y = -0,0009x^2 + 0,0842x + 1,389$ ;  $R^2 = 0,9506$ ), la respuesta es sólida y constante, evidenciando que los extractos microbianos del bioestimulante incrementan la producción de enzimas como nitrato reductasa, mejorando la asimilación del N absorbido. Sin embargo, el estudio mostró que el contenido de nitrógeno (N) fue consistentemente mayor en las hojas que en la raíz en ambas variedades (Hall y Fuerte) y bajo ambos bioestimulantes (Agrostemin GL y Rumba). Este comportamiento es fisiológicamente esperado, debido a que el nitrógeno es un nutriente altamente móvil, que se dirige preferentemente hacia los órganos con mayor actividad metabólica, especialmente hojas y brotes jóvenes. Las hojas requieren mayores concentraciones de N para sostener la síntesis de clorofila, proteínas estructurales y enzimas asociadas a la fotosíntesis y al crecimiento vegetativo, por lo que la planta redistribuye rápidamente el N absorbido hacia la parte aérea (Marschner, 2012).

En cuanto al fósforo ( $P_2O_5$ ), los valores más altos se encontraron en los tratamientos T<sub>6</sub> (Agrostemin - GL+ 60 ml/20 L + variedad Fuerte) y T<sub>12</sub> (Rumba + 60 ml/20 L + variedad Fuerte), con 0.54% y 0.52% respectivamente. Estos niveles participan activamente en la división celular, la síntesis de ácidos nucleicos y la formación de compuestos energéticos (ATP y ADP), los cuales son fundamentales para el crecimiento radicular, la brotación y la lignificación del tejido del injerto (Lahav & Whiley, 2002). Además, el contenido foliar óptimo de fósforo se encuentra entre 0.12 % y 0.25 % y en algunos casos depende de la variedad y del estado fisiológico de la planta (Salazar-García & Lazcano-Ferrat, 2013). Valores menores a 0.10 % reflejan deficiencia, la cual se manifiesta con crecimiento reducido, hojas pequeñas y brotes poco vigorosos y en valores mayores a 0.30 % puede interferir con la absorción de micronutrientes, como zinc y hierro, afectando el desarrollo general del plantón (Lovatt, 2013). Sin embargo, los valores adquiridos son mayores que los referidos lo que indica que si depende de la variedad como se lo menciono anteriormente. Y en cuanto a las características como número de hoja el T<sub>6</sub> si esta entre los primeros, en cambio el T<sub>12</sub> tiene el mayor valor, en cuanto

en las características de área foliar y volumen radicular el T<sub>6</sub> no muestra superioridad como lo hace el T<sub>12</sub>.

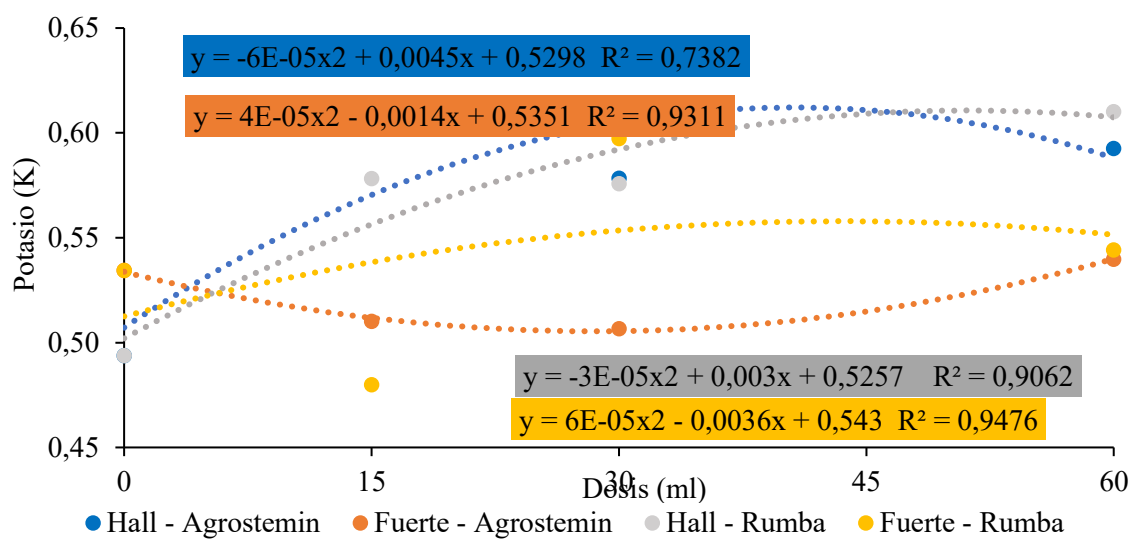


**Figura 16.** Tendencia polinómica de correlación de dosis de dos bioestimulante en la variedad Hall y Fuerte de Fosforo (P) hojas y ramas

En la Figura 16, se observa la concentración foliar de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) en plantones de palto de las variedades Fuerte y Hall, bajo la aplicación de distintas dosis (0, 15, 30 y 60 ml) de los bioestimulantes Agrostemin - GL y Rumba. Los resultados muestran una tendencia positiva y consistente en todas las combinaciones, indicando que el incremento en la dosis aplicada favoreció la absorción y acumulación de fósforo en el tejido foliar.

La variedad Fuerte tratada con Agrostemin - GL presentó los valores más elevados de fósforo 0,54 %, con un excelente ajuste de  $R^2 = 0,9547$ , seguida por Fuerte con Rumba con 0,56 %;  $R^2 = 0,9397$ . En contraste, la variedad Hall mostró concentraciones ligeramente menores, aunque con altos coeficientes de determinación  $R^2 = 0,9978$  para Agrostemin GL y  $R^2 = 0,9417$  para Rumba, lo que evidencia una respuesta uniforme y dependiente de la dosis en ambas variedades. Estos resultados sugieren que la respuesta al fósforo es más marcada en la variedad Fuerte.

Respecto al potasio (K), el tratamiento T<sub>11</sub> y T<sub>12</sub> destacaron con el mismo valor de 0.61%. El potasio cumple funciones clave en la homeostasis iónica, apertura y cierre estomático, activación de enzimas del metabolismo primario y en la regulación del potencial hídrico celular. La acumulación adecuada de K mejora la resistencia de las plantas frente a condiciones de estrés hídrico y térmico, además de optimizar el transporte de foto asimilados hacia los órganos de reserva (Taiz et al., 2015). La literatura señala que las auxinas, citoquininas y giberelinas contenidas en bioestimulantes pueden inducir la expresión de canales de potasio en membranas celulares, mejorando su absorción y redistribución (Sharma & Zheng, 2019).



**Figura 17.** Tendencia polinómica de correlación de dosis de dos bioestimulante en la variedad Hall y Fuerte de potasio (K) hojas y ramas

En la Figura 17, se observa la concentración foliar de Potasio (K en plantones de palto de las variedades Fuerte y Hall, bajo la aplicación de distintas dosis (0, 15, 30 y 60 ml) de los bioestimulantes Agrostemin - GL y Rumba. Los resultados muestran una tendencia positiva y consistente en todas las combinaciones, indicando que el incremento en la dosis aplicada favoreció la absorción y acumulación de fósforo en el tejido foliar.

La variedad Hall y Fuerte tratada con Rumba presentó los valores más elevados de fósforo con 0,61 %, pero con diferentes coeficientes de determinación, Fuerte con  $R^2 = 0,9476$ , seguida por Hall con  $R^2 = 0,9062$ .

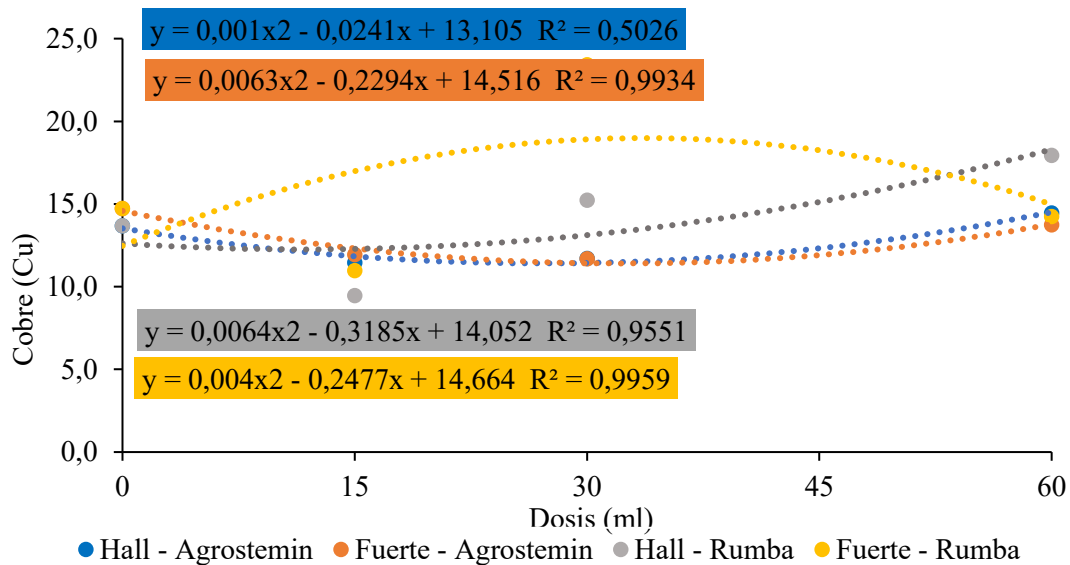
En cuanto a los macronutrientes secundarios, el calcio (Ca) alcanzó su mayor concentración en T<sub>12</sub> (Rumba + 60 ml/20 L + variedad Fuerte) (0.80%) y T<sub>11</sub> (Rumba +

60 ml/20 L + variedad Hall) (0.75%). El calcio es esencial para la estabilidad y funcionalidad de la pared celular, interviniendo en la formación de puentes iónicos entre pectinas, además de desempeñar un rol en la señalización intracelular en respuesta al estrés.

El magnesio (Mg), con valores máximos en T<sub>11</sub> (Rumba + 60 ml/20 L + variedad Hall) y T<sub>5</sub> (Agrostemin - GL + 60 ml/20 L + variedad Hall) con 0.12%, es un constituyente central de la clorofila y cofactor enzimático en la fotosíntesis y metabolismo de carbohidratos. Su presencia en estos tratamientos sugiere un aparato fotosintético más funcional, lo cual coincide con una mayor biomasa aérea observada. En contraste, el sodio (Na), con un valor relativamente alto en T<sub>10</sub> (Rumba + 30 ml/20 L + variedad Fuerte) con 0.08%, puede generar efectos negativos al competir con K<sup>+</sup> y Ca<sup>2+</sup> en los sitios de absorción radicular, afectando la estabilidad osmótica y la integridad de membranas. Mengel & Kirkby (2001) advierten que concentraciones elevadas de sodio pueden inducir desequilibrios iónicos, clorosis y reducción del crecimiento radicular.

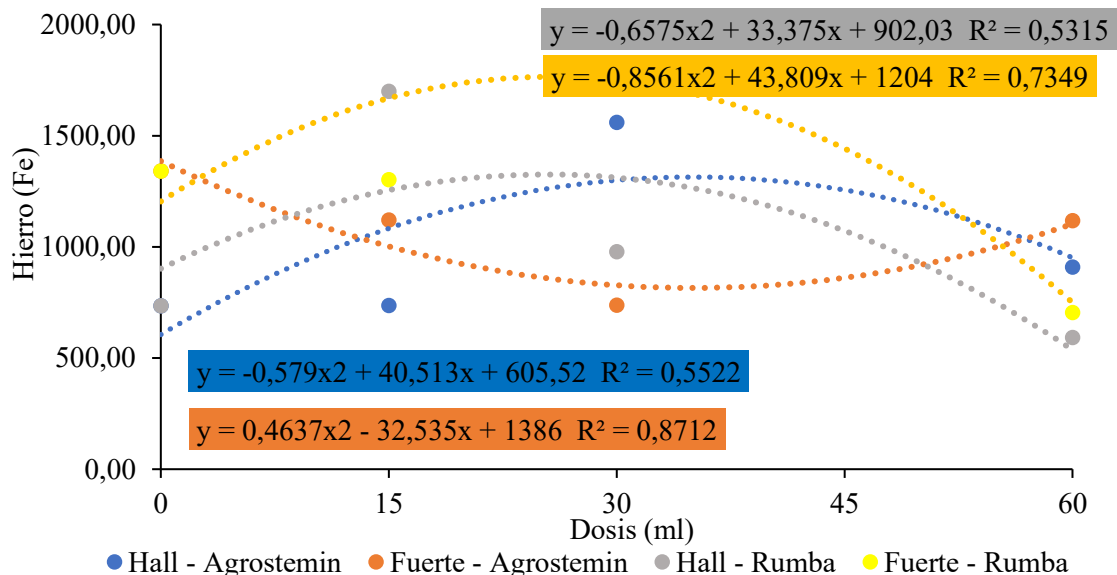
En cuanto a los micronutrientes, el cobre (Cu) alcanzó 23.42 ppm en T<sub>10</sub> (Rumba + 30 ml/20 L + variedad Fuerte), valor dentro del rango adecuado para palto (8–25 ppm), pero cercano al umbral superior. Entre ellas la formación de lignina, la respiración celular, la fotosíntesis y la activación de enzimas antioxidantes como la polifenol oxidasa y la superóxido dismutasa a su vez contribuye al fortalecimiento de los tejidos vegetales y a la tolerancia frente a enfermedades fúngicas (Lovatt, 2013).

De acuerdo con la Figura 18, la variedad Fuerte con Rumba mostro con un excelente ajuste de coeficiente de determinación con  $R^2 = 0,9959$ , seguida por Fuerte con Agrostemin - GL con 0,56 %;  $R^2 = 0,9934$ . En cambio, la variedad Hall mostró concentraciones ligeramente menores, aunque con altos coeficientes de determinación  $R^2 = 0,9551$  para Rumba GL y con una media coeficiente  $R^2 = 0,5026$  para Agrostemin- GL, lo que evidencia una respuesta dependiente la variedades. Estos resultados sugieren que la respuesta al Cobre es más marcada en la variedad Fuerte.



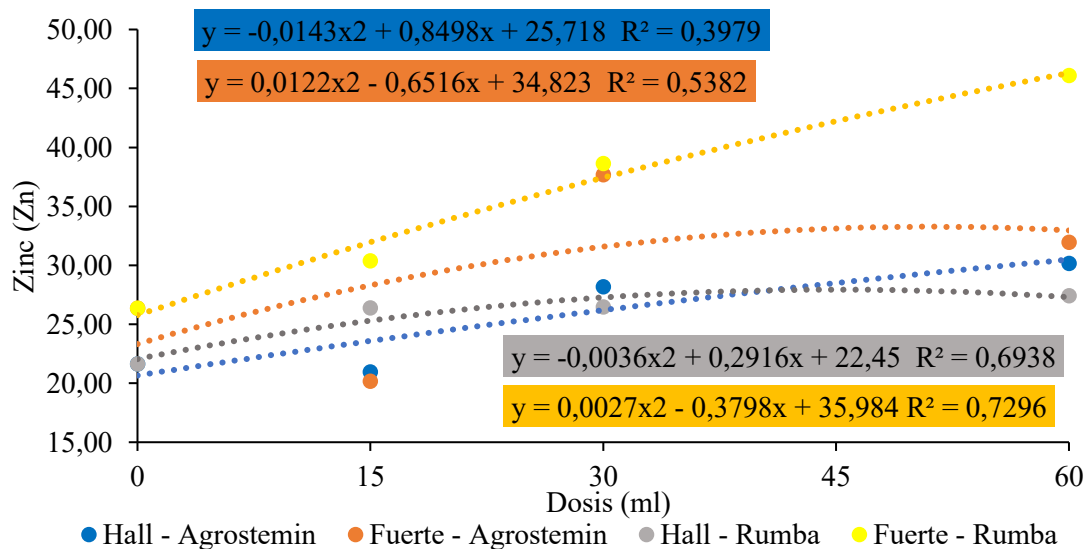
**Figura 18.** Tendencia polinómica de correlación de dosis de dos bioestimulante en la variedad Hall y Fuerte de Cobre (Cu) hojas y ramas

El hierro (Fe) Tabla 19, con su mayor valor en T<sub>8</sub> (2022.70 ppm), es esencial en la biosíntesis de clorofila, función mitocondrial y respiración celular. Aunque el valor es elevado, no se han reportado síntomas de toxicidad, probablemente debido a una adecuada compartimentalización o quelación interna



**Figura 19.** Tendencia polinómica de correlación de dosis de dos bioestimulante en la variedad Hall y Fuerte de Hierro (Fe) hojas y ramas

El contenido foliar del hierro mostró diferencias significativas entre variedades y dosis de los bioestimulantes aplicados Figura 19. Los modelos de regresión cuadrática obtenidos evidencian que la respuesta del (Fe) a las dosis de bioestimulantes varió según la interacción variedad y producto, indicando comportamientos fisiológicos diferenciados frente a la absorción y acumulación del micronutriente. En cuanto a la coeficiente de determinación la variedad Fuerte con Agrostemin - GL destacó por presentar el mayor contenido foliar de Fe con  $R^2 = 0.8712$ , evidenciando una interacción favorable entre el bioestimulante y la fisiología de la planta. Esto podría estar relacionado con la presencia de fitohormonas naturales como auxinas y citoquininas en Agrostemin GL, las cuales estimulan la formación de raíces finas y la actividad de reductasas férricas, facilitando la absorción del hierro (Sharma & Zheng, 2019).



**Figura 20.** Tendencia polinómica de correlación de dosis de dos bioestimulante en la variedad Hall y Fuerte de Zinc (Zn) hojas y ramas

En cuanto en Zinc (Zn) Tabla 19, el T<sub>1</sub> con 46.11 ppm mostrando el mayor valor, por su parte, el manganeso (Mn) mostró su mayor concentración en T<sub>3</sub> (1753.27 ppm), involucrado en la fotólisis del agua del fotosistema II y en la protección antioxidante. Tao et al. (2024) reportan que el Mn en conjunto con citoquininas puede potenciar la actividad fotosintética y el metabolismo redox, cruciales para el crecimiento en condiciones subóptimas.

En la Figura 20, se muestra el contenido de Zinc en las hojas y ramas de los plantones de palto injertados responde de forma diferenciada según el bioestimulante aplicado de forma comparativa, el tratamiento Fuerte con el bioestimulante Rumba mostró el

mayor ajuste del modelo  $R^2 = 0.7296$  y el contenido foliar más alto de zinc, evidenciando una interacción favorable entre el bioestimulante y la fisiología del cultivar. En contraste, la variedad Hall con Agrostemin - GL presentó el menor ajuste ( $R^2 = 0.3979$ ), indicando una menor capacidad de respuesta. Estos resultados confirman que la efectividad del bioestimulante depende tanto de su composición bioactiva tal como señalan Rouphael y Colla (2020), en sus estudios sobre bioestimulantes y eficiencia nutricional.

Desde el enfoque bioquímico, la composición de los bioestimulantes explica los efectos observados. Agrostemin-GL contiene más de 60 componentes, incluyendo macro y micronutrientes quelatizados, aminoácidos y fitohormonas (auxinas, giberelinas y citoquininas) (Serfi Peru, 2020), que actúan de manera sinérgica sobre la división celular, elongación, metabolismo del nitrógeno y transporte de nutrientes. Por su parte, Rumba incluye extractos de cultivos microbianos con enzimas, oligopéptidos, betaínas y fitohormonas, los cuales favorecen un crecimiento equilibrado, estimulan el metabolismo secundario y refuerzan la tolerancia al estrés (Silvestre Perú, 2020). En particular, las betaínas funcionan como osmoprotectores, estabilizando proteínas y membranas frente a estrés hídrico o salino.

Finalmente, los tratamientos  $T_{12}$ ,  $T_6$  y  $T_{11}$  presentaron perfiles nutricionales más balanceados, lo cual se refleja en un crecimiento vigoroso, mejor morfología foliar y desarrollo radicular, aspectos clave para una óptima adaptación en campo. Por el contrario,  $T_{13}$  y  $T_{14}$ , sin aplicación de bioestimulantes, presentaron deficiencias y desbalances que comprometen el rendimiento fisiológico de las plantas. Esta correlación entre nutrición y desarrollo vegetal valida el uso estratégico de bioestimulantes como herramientas eficientes para mejorar la eficiencia del uso de nutrientes y fortalecer el potencial productivo del cultivo de palto.

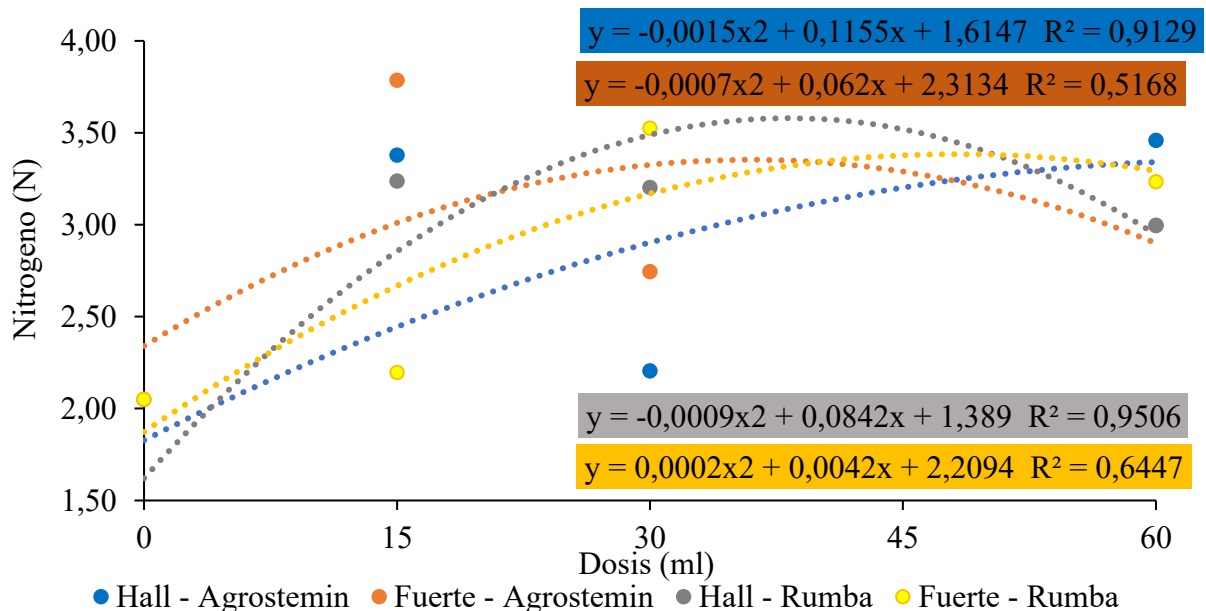
#### **4.3.2. Análisis radicular**

Los resultados del análisis del tejido radicular permitieron evaluar la respuesta nutricional del crecimiento del injerto de palto bajo diferentes tratamientos (Tabla 20). Se utilizó la media obtenida a partir de dos evaluaciones por tratamiento, donde se analizó el contenido de Nitrógeno (N %), Fósforo ( $P_2O_5$  %), Potasio (K %), Calcio (Ca %), Magnesio (Mg %), Sodio (Na %), Zinc (Zn ppm), Hierro (Fe ppm), Cobre (Cu ppm) y Manganeso (Mn ppm). Los resultados evidencian que los bioestimulantes influyeron significativamente en los procesos de absorción, transporte y acumulación de nutrientes (macro y microelemento),

posiblemente mediados por la acción fisiológica de los bioestimulantes y las interacciones planta-suelo.

En el nitrógeno (N%) (Tabla 20), se observa con el tratamiento T<sub>2</sub> (Agrostemin - GL + 15 ml/20 L+ variedad Fuerte) con 3.75 % siendo el mayor porcentaje en comparación de los demás tratamientos, en cuanto el análisis aéreo de la planta el T<sub>2</sub> no hubo mucha diferencia en comparación del T<sub>5</sub> y T<sub>12</sub> siendo casi igual para el resto de los tratamientos ya que los que tuvieron el mayor valor en el análisis radicular no tuvieron un mejor desarrollo.

En cuanto a mayor contenido de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> %) (Tabla 20), se observa que el tratamiento, T<sub>6</sub> (Agrostemin - GL + 60 ml/20 L+ variedad Fuerte) destacó con 0.55% sien el mayor porcentaje.



**Figura 21.** Tendencia polinómica de correlación de dosis de dos bioestimulante en la variedad Hall y Fuerte del contenido de Nitrógeno en la raíz

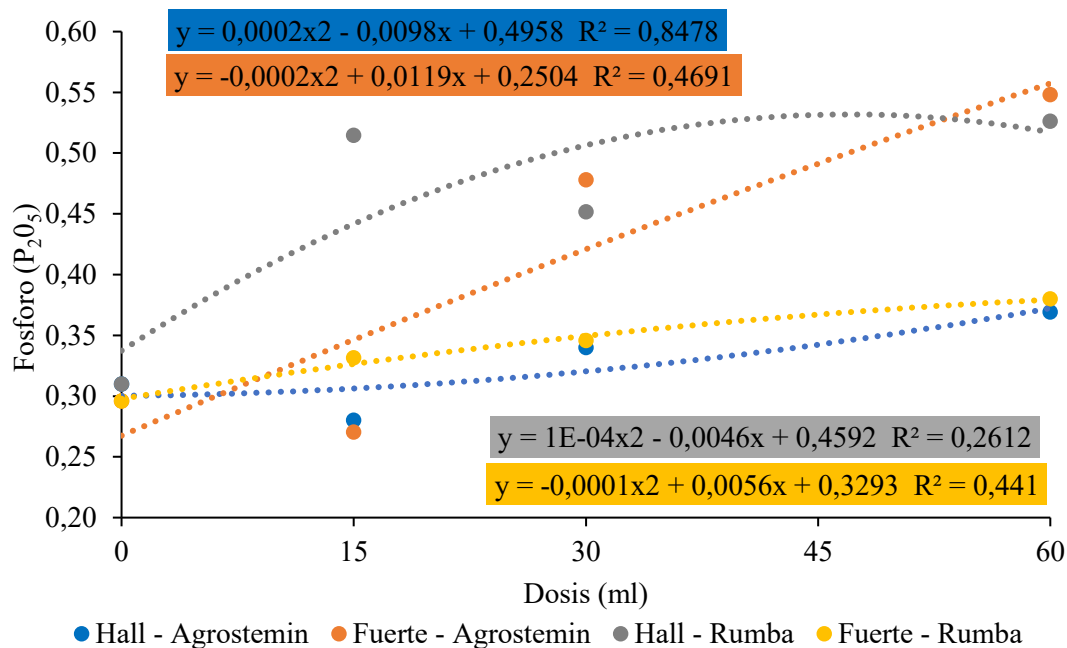
En la Figura 21, se observa la concentración radicular de nitrógeno (N) en plántones de palto de las variedades Fuerte y Hall, bajo la aplicación de distintas dosis (0, 15, 30 y 60 ml) de los bioestimulantes Agrostemin - GL y Rumba. Los resultados muestran una tendencia positiva y consistente en todas las combinaciones, indicando que el incremento en la dosis aplicada favoreció la absorción y acumulación de nitrógeno en el tejido radicular. El modelo Hall–Agrostemin - GL ( $y = -0,0015x^2 + 0,1155x + 1,6147$ ;  $R^2 = 0,9129$ ) muestra la curva mejor ajustada entre todos los tratamientos, evidenciando que esta combinación estimula

de forma eficiente la absorción de N. En cuanto Hall con Rumba ( $y = -0,0009x^2 + 0,0842x + 1,389$ ;  $R^2 = 0,9506$ ), la respuesta es sólida y constante, evidenciando que los extractos microbianos del bioestimulante incrementan la producción de enzimas como nitrato reductasa, mejorando la asimilación del N absorbido. Sin embargo, el estudio mostró que el contenido de nitrógeno (N) fue consistentemente mayor en las hojas que en la raíz en ambas variedades (Hall y Fuerte) y bajo ambos bioestimulantes (Agrostemin - GL y Rumba). Este comportamiento es fisiológicamente esperado, debido a que el nitrógeno es un nutriente altamente móvil, que se dirige preferentemente hacia los órganos con mayor actividad metabólica, especialmente hojas y brotes jóvenes. Las hojas requieren mayores concentraciones de N para sostener la síntesis de clorofila, proteínas estructurales y enzimas asociadas a la fotosíntesis y al crecimiento vegetativo, por lo que la planta redistribuye rápidamente el N absorbido hacia la parte aérea (Marschner, 2012).

De acuerdo con la Figura 23, evidencia que el contenido de fósforo ( $P_2O_5$ ) en raíces de palto responde de manera diferenciada según el bioestimulante y la variedad. Con Agrostemin-GL, ambas variedades presentan incrementos cuadráticos, más marcados en Hall ( $R^2 = 0,8478$ ) y en Fuerte ( $R^2 = 0,4691$ ), lo que refleja una mayor eficiencia de absorción conforme aumenta la dosis. Este comportamiento coincide con las propiedades de los extractos de *Ascophyllum nodosum*, ricos en fitohormonas, polisacáridos y compuestos quelantes que mejoran la captación de fósforo al estimular la actividad radicular (Khan et al., 2009; Craigie, 2011). En contraste, Rumba genera incrementos más modestos y menos consistentes (Hall  $R^2 = 0,2612$ ; Fuerte  $R^2 = 0,441$ ), debido a que los bioestimulantes microbianos aportan enzimas y aminoácidos, pero no fósforo mineral, por lo que su efecto depende más de la solubilización microbiana y del estado fisiológico de la planta (Calvo et al., 2014; du Jardín, 2015). Así, Agrostemin-GL se muestra más eficaz que Rumba para favorecer la acumulación radicular de P, especialmente en Fuerte, lo que concuerda con evidencia que resalta la mayor eficiencia nutricional de los extractos de algas frente a productos microbianos (Rouphael & Colla, 2020).

En cuanto a las hojas y raíces muestra que el fósforo ( $P_2O_5$ ) tiende a acumularse en mayor proporción en las hojas que en la raíz en la mayoría de los tratamientos. Esto se debe a que el fósforo es un nutriente altamente móvil en el floema, desplazándose rápidamente hacia tejidos jóvenes y fotosintéticos donde participa en la síntesis de ATP, fosfolípidos y procesos energéticos esenciales (Marschner, 2012). Así, aun cuando la absorción radicular no sea elevada, la planta prioriza su traslado hacia los órganos aéreos.

En cuanto a mayor contenido de fósforo ( $P_2O_5$  %) (Tabla 20), se observa que el tratamiento, T<sub>6</sub> (Agrostemin - GL + 60 ml/20 L+ variedad Fuerte) destacó con 0.55% sien el mayor porcentaje En cuanto a las hojas y raíces muestra que el fósforo ( $P_2O_5$ ) tiende a acumularse en mayor proporción en las hojas que en la raíz en la mayoría de los tratamientos. Esto se debe a que el fósforo es un nutriente altamente móvil en el floema, desplazándose rápidamente hacia tejidos jóvenes y fotosintéticos donde participa en la síntesis de ATP, fosfolípidos y procesos energéticos esenciales (Marschner, 2012). Así, aun cuando la absorción radicular no sea elevada, la planta prioriza su traslado hacia los órganos aéreos.

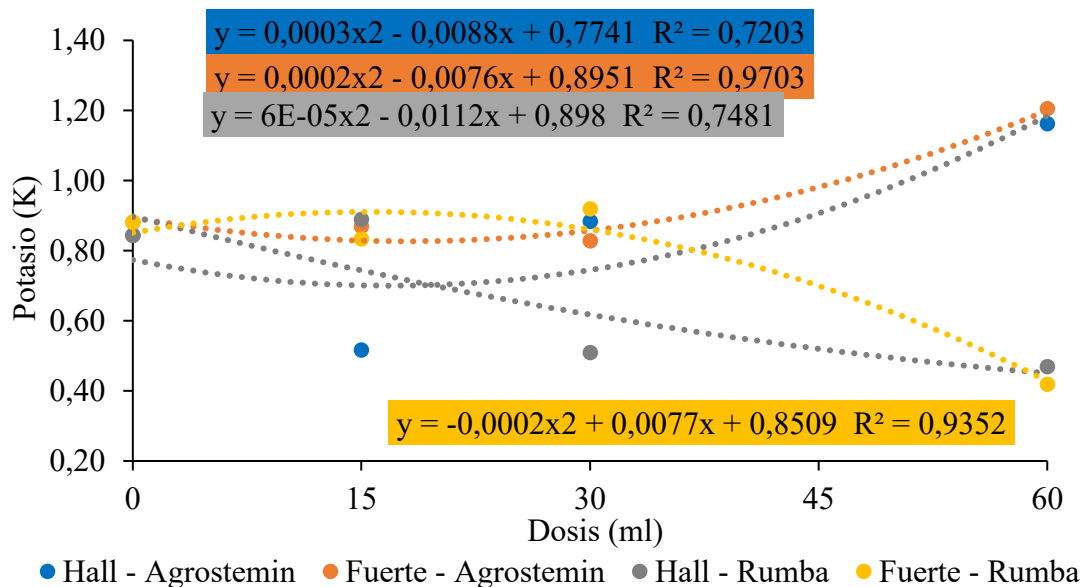


**Figura 22.** Tendencia polinómica de correlación de dosis de dos bioestimulante en la variedad Hall y Fuerte del contenido de Fosforo (P) en la raíz

En potasio (K) Tabla (20), con los mayores valores fueron los tratamientos T<sub>6</sub> (1,204) y T<sub>5</sub> (1,161) siendo la dosis alta de Agrostemin – GL en la comparación de medias del contenido de potasio en la raíz. Por otra parte, si comparamos con el contenido de potasio de las hojas y ramas es mayor que el de la raíz y en cuanto al producto utilizado rumba no tiene el mismo impacto que Agrostemin -GL; lo cual podría explicarse que se debe por su aporte mineral y metabolitos bioactivos que mejoran la absorción (Basar et al., 2025; Artal, 2024). Por el contrario, Rumba (microorganismos, enzimas y aminoácidos) no aportó K mineral relevante y mostró una caída del potasio con dosis crecientes, lo que sugiere un efecto más metabólico que nutritivo (Castiglione et al., 2021; Calvo et al., 2014). Además, estos hallazgos concuerdan con la alta movilidad del potasio dentro de la planta: aunque la raíz no acumule grandes

cantidades, el K absorbido se redistribuye hacia hojas jóvenes y brotes (IP Potash, 2012). En conjunto, estos resultados indican que los extractos de algas son más eficaces para aumentar la disponibilidad y translocación de K tras el injerto, mientras que los bioestimulantes microbianos podrían necesitar un complemento mineral o ajustarse en dosis para favorecer la acumulación radicular.

En la Figura 23, tendencia polinómica de correlación de dosis de dos bioestimulante en la variedad Hall y Fuerte del contenido de potasio en donde el contenido de potasio (K) en la raíz mostró una respuesta cuadrática al aumento de dosis de Agrostemin-GL en ambas variedades.



**Figura 23.** Tendencia polinómica de correlación de dosis de dos bioestimulante en la variedad Hall y Fuerte del contenido de Potasio (K) en la raíz

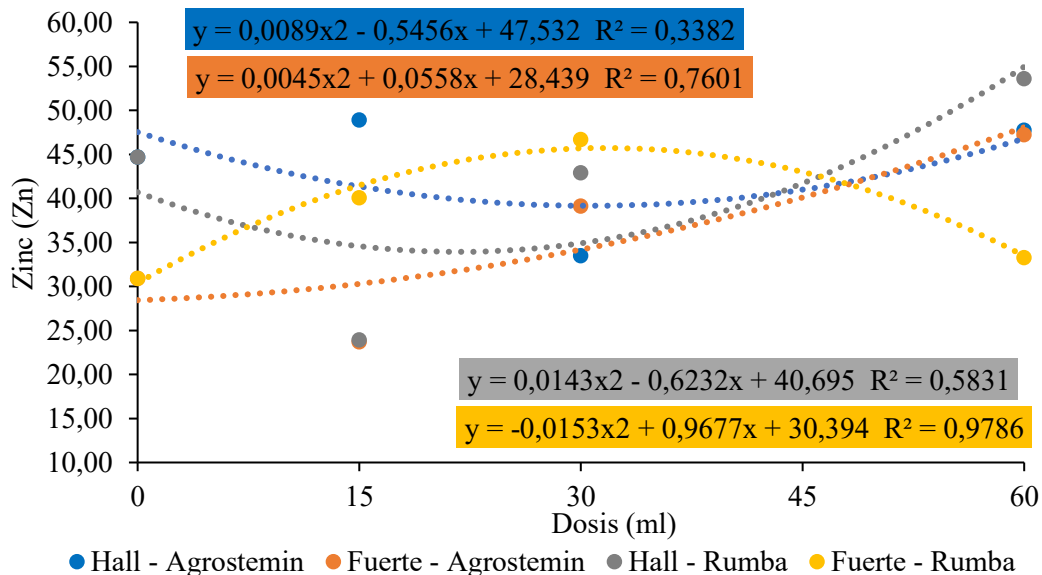
En Hall, el K aumentó conforme la dosis se aproximó a 60 ml con ( $R^2 = 0,7203$ ), mientras que en Fuerte se obtuvo el mejor ajuste ( $R^2 = 0,9703$ ), evidenciando una mayor eficiencia de absorción. Estos resultados coinciden con reportes que indican que los bioestimulantes, especialmente los derivados de algas mejoran la asimilación de K al estimular el crecimiento radicular y la permeabilidad celular (Khan et al., 2009; Craigie, 2011).

En Calcio (%) (Tabla 20), se puede verificar que para ambos tratamientos  $T_{13}$  (Testigo + variedad Hall) destacó con 1,21 y 0,71% donde puede estar relacionado en el desarrollo de la planta. En Mg destacó el Tratamiento  $T_6$  (Agrostemin - GL + 60 ml/20 L+ variedad Fuerte) con 0,62 siendo diferente a la tabla 12. En Na (%) el tratamiento  $T_1$

(Agrostemin - GL + 15 ml/20 L+ variedad Hall) con 0,10 % siendo un valor alto lo pudo lo afectar negativamente el equilibrio nutricional y no observamos un buen desarrollo de la planta.

En los micronutrientes de la Tabla 20, como en Cobre (Cu), el tratamiento con mayor valor observado fue el T<sub>11</sub> con 29.93ppm siendo un valor elevado de lo que debería estimarse puesto a que este elemento es pesado que en grandes cantidades no es bueno para la planta. En el Hierro (Fe) el tratamiento con mayor valor fue el T<sub>12</sub> con 427 ppm lo cual es menor a lo que salió en la hoja ya este elemento es esencial para la síntesis de clorofila.

En el Zinc (Zn) el tratamiento que sobre salió T<sub>1</sub> con 46.11ppm, el cual casi no diferencia con análisis aéreo.



**Figura 24.** Tendencia polinómica de correlación de dosis de dos bioestimulante en la variedad Hall y Fuerte del contenido de Zinc (Zn) en la raíz

De acuerdo con la Figura 24, el contenido de zinc en las plántulas injertadas de palto mostró variaciones dependientes de la variedad y del bioestimulante aplicado. La variedad Hall presentó una respuesta limitada con Agrostemin, pero evidenció una mayor capacidad de acumulación de Zn cuando se aplicó Rumba, especialmente a dosis altas. En la variedad Fuerte, Agrostemin generó incrementos moderados y estables, mientras que Rumba produjo la respuesta más eficiente, con un punto óptimo de acumulación alrededor de los 30 ml. Estas diferencias pueden relacionarse con la composición de los bioestimulantes, ya que los extractos de algas y los compuestos microbianos mejoran la solubilidad y movilidad del Zn en el sistema radical, favoreciendo su transporte hacia los tejidos aéreos (du Jardin, 2015; Roupheal & Colla, 2020). En conjunto, los resultados indican que la absorción y el

aprovechamiento del Zn dependen de la interacción variedad–bioestimulante, destacándose el tratamiento Fuerte (Rumba) como el más favorable para maximizar la disponibilidad y translocación del micronutriente. La comparación con el contenido radicular de zinc indica que, aunque la raíz actúa como sitio inicial de acumulación, la mayor parte del Zn termina siendo translocado hacia las hojas, donde generalmente se registran concentraciones superiores. Esto ocurre porque el zinc, aunque tiene movilidad limitada en el floema, se dirige preferentemente hacia órganos metabólicamente activos como hojas jóvenes, donde participa en la síntesis de clorofila, estabilidad ribosomal y actividad enzimática intensiva (Marschner, 2012). Por ello, en ambas variedades, el contenido foliar supera al radicular, especialmente bajo bioestimulantes que mejoran la eficiencia de transporte y asimilación.

Por último, el Manganeseo (Mn) el tratamiento que sobre salió fue T<sub>1</sub> con 343.34 ppm elemento relacionado con procesos fotosintéticos y defensa antioxidante. Tao et al. (2024) Indica sobre la aplicación foliar de manganeso en conjunto con citoquininas puede incrementar la actividad enzimática y mejorar la función fotosintética al facilitar la fotólisis del agua en el fotosistema. Sin embargo, no están en el orden y tampoco con los mismos valores tratamientos del análisis aéreo (Tabla 19), por lo que se puede ver que si hay una diferencia en cuanto al mismo tratamiento evaluado. Y diferencias entre el análisis foliar y radicular se deben a que ambos evalúan aspectos distintos del estado nutricional de la planta: mientras el análisis foliar refleja los nutrientes ya absorbidos y asimilados en el tejido, el análisis radicular indica la disponibilidad de nutrientes en la zona de absorción y la funcionalidad del sistema radical. Esta desincronización puede generar discrepancias, especialmente cuando existen factores que limitan la absorción, como el pH del suelo, la presencia de antagonismos nutricionales o condiciones ambientales adversas (Marschner, 2012). Así mismo los bioestimulantes influyen en el desarrollo del sistema radicular, la absorción de nutrientes y su translocación hacia los órganos aéreos de la planta, lo cual puede generar diferencias temporales entre los análisis foliar y radicular. Estos productos estimulan procesos fisiológicos específicos que mejoran la eficiencia en el uso de nutrientes y la tolerancia al estrés, modificando el equilibrio nutricional observado en los tejidos vegetales (Du Jardin, 2015). Esto podría explicar la diferencia entre los análisis y el desarrollo de planta según los tratamientos.

**Tabla 19.** Promedio del análisis de Ramas y hojas de macro y microelementos

N (%)		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)		K (%)		Ca (%)		Mg (%)		Na (%)		Cu (ppm)		Fe (ppm)		Zn (ppm)		Mn (ppm)	
Trat.	Media	Trat.	Prom.	Trat.	Media	Trat.	Media	Trat.	Media	Trat.	Media	Trat.	Media	Trat.	Media	Trat.	Media	Trat.	Media
T <sub>5</sub>	5.04	T <sub>6</sub>	0.54	T <sub>11</sub>	0.61	T <sub>11</sub>	0.80	T <sub>11</sub>	0.12	T <sub>10</sub>	0.08	T <sub>10</sub>	23.42	T <sub>8</sub>	2022.70	T <sub>12</sub>	46.11	T <sub>3</sub>	1753.27
T <sub>12</sub>	4.32	T <sub>12</sub>	0.52	T <sub>12</sub>	0.61	T <sub>8</sub>	0.75	T <sub>5</sub>	0.11	T <sub>11</sub>	0.07	T <sub>11</sub>	17.95	T <sub>3</sub>	1699.35	T <sub>10</sub>	38.63	T <sub>1</sub>	611.05
T <sub>10</sub>	4.03	T <sub>5</sub>	0.48	T <sub>10</sub>	0.60	T <sub>9</sub>	0.73	T <sub>7</sub>	0.11	T <sub>9</sub>	0.06	T <sub>9</sub>	15.24	T <sub>5</sub>	1559.33	T <sub>4</sub>	37.68	T <sub>10</sub>	370.06
T <sub>1</sub>	3.69	T <sub>11</sub>	0.47	T <sub>5</sub>	0.59	T <sub>10</sub>	0.71	T <sub>6</sub>	0.11	T <sub>3</sub>	0.06	T <sub>14</sub>	14.72	T <sub>14</sub>	1341.47	T <sub>6</sub>	33.50	T <sub>14</sub>	362.32
T <sub>11</sub>	3.50	T <sub>10</sub>	0.43	T <sub>7</sub>	0.58	T <sub>4</sub>	0.71	T <sub>4</sub>	0.11	T <sub>5</sub>	0.06	T <sub>5</sub>	14.46	T <sub>4</sub>	1301.98	T <sub>8</sub>	30.39	T <sub>2</sub>	236.20
T <sub>6</sub>	2.94	T <sub>8</sub>	0.42	T <sub>3</sub>	0.58	T <sub>5</sub>	0.71	T <sub>10</sub>	0.11	T <sub>7</sub>	0.05	T <sub>12</sub>	14.23	T <sub>2</sub>	1121.12	T <sub>5</sub>	30.17	T <sub>8</sub>	172.85
T <sub>3</sub>	2.77	T <sub>9</sub>	0.41	T <sub>9</sub>	0.58	T <sub>6</sub>	0.70	T <sub>12</sub>	0.11	T <sub>12</sub>	0.05	T <sub>6</sub>	13.73	T <sub>10</sub>	1118.06	T <sub>3</sub>	28.17	T <sub>6</sub>	153.00
T <sub>7</sub>	2.68	T <sub>7</sub>	0.40	T <sub>6</sub>	0.58	T <sub>7</sub>	0.68	T <sub>8</sub>	0.11	T <sub>2</sub>	0.05	T <sub>13</sub>	12.67	T <sub>12</sub>	1041.87	T <sub>11</sub>	27.43	T <sub>13</sub>	152.54
T <sub>2</sub>	2.66	T <sub>3</sub>	0.40	T <sub>14</sub>	0.54	T <sub>1</sub>	0.67	T <sub>9</sub>	0.11	T <sub>1</sub>	0.05	T <sub>2</sub>	11.95	T <sub>7</sub>	977.99	T <sub>9</sub>	26.48	T <sub>5</sub>	151.35
T <sub>4</sub>	2.21	T <sub>2</sub>	0.37	T <sub>1</sub>	0.53	T <sub>2</sub>	0.66	T <sub>1</sub>	0.10	T <sub>8</sub>	0.04	T <sub>3</sub>	11.71	T <sub>9</sub>	908.62	T <sub>7</sub>	26.40	T <sub>7</sub>	143.72
T <sub>9</sub>	2.04	T <sub>4</sub>	0.37	T <sub>4</sub>	0.51	T <sub>3</sub>	0.65	T <sub>2</sub>	0.10	T <sub>4</sub>	0.04	T <sub>4</sub>	11.70	T <sub>6</sub>	828.00	T <sub>14</sub>	26.37	T <sub>9</sub>	103.39
T <sub>8</sub>	1.90	T <sub>1</sub>	0.34	T <sub>2</sub>	0.51	T <sub>12</sub>	0.61	T <sub>3</sub>	0.10	T <sub>6</sub>	0.04	T <sub>1</sub>	11.46	T <sub>1</sub>	736.92	T <sub>13</sub>	22.92	T <sub>4</sub>	99.50
T <sub>13</sub>	1.86	T <sub>13</sub>	0.29	T <sub>13</sub>	0.49	T <sub>13</sub>	0.59	T <sub>14</sub>	0.09	T <sub>14</sub>	0.04	T <sub>8</sub>	10.97	T <sub>11</sub>	592.94	T <sub>1</sub>	22.23	T <sub>11</sub>	94.01
T <sub>14</sub>	1.58	T <sub>14</sub>	0.25	T <sub>8</sub>	0.48	T <sub>14</sub>	0.54	T <sub>13</sub>	0.09	T <sub>13</sub>	0.03	T <sub>7</sub>	9.46	T <sub>13</sub>	398.17	T <sub>2</sub>	20.17	T <sub>12</sub>	89.29

T <sub>1</sub> : Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad Hall	T <sub>2</sub> : Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad Fuerte	N	: Nitrógeno	Zn	: Zinc
T <sub>3</sub> : Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Hall	T <sub>4</sub> : Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Fuerte	P	: Fósforo	Fe	: Hierro
T <sub>5</sub> : Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Hall	T <sub>6</sub> : Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Fuerte	K	: Potasio	Cu	: Cobre
T <sub>7</sub> : Rumba + 15 ml/20 L+ variedad Hall	T <sub>8</sub> : Rumba + 15 ml/20 L+ variedad Fuerte	Ca	: Calcio	Mn	: Manganeso
T <sub>9</sub> : Rumba + 30 ml/20 L+ variedad Hall	T <sub>10</sub> : Rumba + 30 ml/20 L+ variedad Fuerte	Mg	: Magnesio		
T <sub>11</sub> : Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Hall	T <sub>12</sub> : Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Fuerte	Na	: Sodio		
T <sub>13</sub> : Testigo variedad Hall	T <sub>14</sub> : Testigo variedad Fuerte				

**Tabla 20.** Promedio del análisis radicular de macro y microelementos

N (%)		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)		K (%)		Ca (%)		Mg (%)		Na (%)		Cu (%)		Fe (%)		Zn (%)		Mn (%)	
Trat.	Media	Trat.	Media	Trat.	Media	Trat.	Media	Trat.	Media	Trat.	Media	Trat.	Media	Trat.	Media	Trat.	Media	Trat.	Media
T <sub>2</sub>	3.79	T <sub>6</sub>	0.55	T <sub>6</sub>	1.21	T <sub>13</sub>	0.71	T <sub>6</sub>	0.62	T <sub>1</sub>	0.09	T <sub>11</sub>	29.92	T <sub>12</sub>	4577,10	T <sub>1</sub>	48.92	T <sub>1</sub>	343.34
T <sub>6</sub>	3.59	T <sub>11</sub>	0.53	T <sub>5</sub>	1.16	T <sub>11</sub>	0.63	T <sub>5</sub>	0.57	T <sub>9</sub>	0.08	T <sub>13</sub>	21.62	T <sub>11</sub>	4326,32	T <sub>5</sub>	47.75	T <sub>11</sub>	274.83
T <sub>10</sub>	3.52	T <sub>7</sub>	0.51	T <sub>10</sub>	0.92	T <sub>6</sub>	0.61	T <sub>10</sub>	0.41	T <sub>12</sub>	0.08	T <sub>12</sub>	19.71	T <sub>9</sub>	3606,04	T <sub>6</sub>	47.25	T <sub>9</sub>	236.93
T <sub>5</sub>	3.46	T <sub>4</sub>	0.48	T <sub>7</sub>	0.89	T <sub>9</sub>	0.60	T <sub>8</sub>	0.41	T <sub>11</sub>	0.08	T <sub>10</sub>	19.25	T <sub>1</sub>	3533,95	T <sub>10</sub>	46.71	T <sub>12</sub>	200.27
T <sub>1</sub>	3.38	T <sub>9</sub>	0.45	T <sub>14</sub>	0.88	T <sub>10</sub>	0.60	T <sub>7</sub>	0.40	T <sub>10</sub>	0.07	T <sub>8</sub>	18.47	T <sub>13</sub>	2563,87	T <sub>13</sub>	44.69	T <sub>13</sub>	175.08
T <sub>7</sub>	3.24	T <sub>12</sub>	0.38	T <sub>3</sub>	0.88	T <sub>5</sub>	0.59	T <sub>3</sub>	0.39	T <sub>2</sub>	0.06	T <sub>2</sub>	18.03	T <sub>10</sub>	2410,76	T <sub>11</sub>	44.69	T <sub>14</sub>	154.34
T <sub>12</sub>	3.23	T <sub>5</sub>	0.37	T <sub>2</sub>	0.87	T <sub>4</sub>	0.56	T <sub>2</sub>	0.39	T <sub>3</sub>	0.06	T <sub>9</sub>	16.72	T <sub>3</sub>	1949,11	T <sub>9</sub>	42.90	T <sub>3</sub>	125.17
T <sub>9</sub>	3.20	T <sub>10</sub>	0.35	T <sub>13</sub>	0.84	T <sub>2</sub>	0.54	T <sub>13</sub>	0.36	T <sub>7</sub>	0.06	T <sub>3</sub>	16.49	T <sub>4</sub>	1716,47	T <sub>8</sub>	40.09	T <sub>10</sub>	95.87
T <sub>11</sub>	2.99	T <sub>1</sub>	0.34	T <sub>8</sub>	0.83	T <sub>3</sub>	0.54	T <sub>14</sub>	0.34	T <sub>4</sub>	0.05	T <sub>4</sub>	15.34	T <sub>8</sub>	1694,90	T <sub>4</sub>	39.13	T <sub>7</sub>	79.87
T <sub>8</sub>	2.74	T <sub>8</sub>	0.34	T <sub>4</sub>	0.83	T <sub>8</sub>	0.52	T <sub>4</sub>	0.34	T <sub>13</sub>	0.03	T <sub>5</sub>	11.47	T <sub>14</sub>	1534,58	T <sub>3</sub>	33.48	T <sub>8</sub>	76.06
T <sub>4</sub>	2.74	T <sub>13</sub>	0.33	T <sub>1</sub>	0.52	T <sub>1</sub>	0.52	T <sub>11</sub>	0.11	T <sub>14</sub>	0.03	T <sub>14</sub>	11.09	T <sub>2</sub>	1309,47	T <sub>12</sub>	33.30	T <sub>4</sub>	75.79
T <sub>3</sub>	2.19	T <sub>14</sub>	0.30	T <sub>9</sub>	0.51	T <sub>7</sub>	0.45	T <sub>9</sub>	0.11	T <sub>8</sub>	0.03	T <sub>6</sub>	8.54	T <sub>7</sub>	1125,08	T <sub>14</sub>	30.91	T <sub>2</sub>	62.35
T <sub>14</sub>	2.05	T <sub>3</sub>	0.28	T <sub>11</sub>	0.47	T <sub>12</sub>	0.43	T <sub>1</sub>	0.10	T <sub>6</sub>	0.02	T <sub>7</sub>	7.66	T <sub>6</sub>	27,07	T <sub>7</sub>	23.92	T <sub>6</sub>	17.05
T <sub>13</sub>	1.48	T <sub>2</sub>	0.27	T <sub>12</sub>	0.42	T <sub>14</sub>	0.39	T <sub>12</sub>	0.09	T <sub>5</sub>	0.01	T <sub>1</sub>	4.00	T <sub>5</sub>	25,74	T <sub>2</sub>	23.70	T <sub>5</sub>	16.45

T<sub>1</sub>: Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad HallT<sub>3</sub>: Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad HallT<sub>5</sub>: Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad HallT<sub>7</sub>: Rumba + 15 ml/20 L+ variedad HallT<sub>9</sub>: Rumba + 30 ml/20 L+ variedad HallT<sub>11</sub>: Rumba + 60 ml/20 L+ variedad HallT<sub>13</sub>: Testigo variedad HallT<sub>2</sub>: Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad FuerteT<sub>4</sub>: Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad FuerteT<sub>6</sub>: Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad FuerteT<sub>8</sub>: Rumba + 15 ml/20 L+ variedad FuerteT<sub>10</sub>: Rumba + 30 ml/20 L+ variedad FuerteT<sub>12</sub>: Rumba + 60 ml/20 L+ variedad FuerteT<sub>14</sub>: Testigo variedad Fuerte

N : Nitrógeno

P : Fósforo

K : Potasio

Ca : Calcio

Mg : Magnesio

Na : Sodio

Zn : Zinc

Fe : Hierro

Cu : Cobre

Mn : Manganeso

#### 4.4. Análisis de rentabilidad de los tratamientos (B/C)

**Tabla 21.** Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio.

Tra.	Costo de producción/tratamiento									
	A				B	C	D	E	F	G
	B	M	C.E	Ev.	C. Total	Rend.	I.B	U. S/.	I.R	C/B
T <sub>1</sub>	25	30	40	100	195	18	234	39	0,20	1,20
T <sub>2</sub>	25	30	40	100	195	18	234	39	0,20	1,20
T <sub>3</sub>	25	30	40	100	195	18	234	39	0,20	1,20
T <sub>4</sub>	25	30	40	100	195	18	234	39	0,20	1,20
T <sub>5</sub>	25	30	40	100	195	18	270	75	0,38	1,38
T <sub>6</sub>	25	30	40	100	195	18	270	75	0,38	1,38
T <sub>7</sub>	30	30	40	100	200	18	234	34	0,17	1,17
T <sub>8</sub>	30	30	40	100	200	18	234	34	0,17	1,17
T <sub>9</sub>	30	30	40	100	200	18	234	34	0,17	1,17
T <sub>10</sub>	30	30	40	100	200	18	270	70	0,35	1,35
T <sub>11</sub>	30	30	40	100	200	18	234	34	0,17	1,17
T <sub>12</sub>	30	30	40	100	200	18	270	70	0,35	1,35
T <sub>13</sub>	0	30	40	100	170	18	180	10	0,06	1,06
T <sub>14</sub>	0	30	40	100	170	18	180	10	0,06	1,06

T<sub>1</sub>: Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>2</sub>: Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>3</sub>: Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>4</sub>: Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>5</sub>: Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>6</sub>: Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>7</sub>: Rumba + 15 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>8</sub>: Rumba + 15 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>9</sub>: Rumba + 30 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>10</sub>: Rumba + 30 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>11</sub>: Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Hall

T<sub>12</sub>: Rumba + 60 ml/20 L+ variedad Fuerte

T<sub>13</sub>: Testigo variedad Hall

T<sub>14</sub>: Testigo variedad Fuerte

B : Bioestimulante

C. Total : Costo Total

M : Manejo

I.B : Ingreso bruto

CE : Control de enfermedades

U : Utilidad

Ev. : Evaluaciones

I.R : Índice de rentabilidad

Costo por unidad : S/ 10, 13 y 15

C/B : Costo de beneficio

B : Suma de A.

D : C x venta

E : D – B.

F : E/B.

G : D/B

Según la Tabla 21, el análisis de rentabilidad de los costos incurridos de la producción de plantas injertadas por 2 variedades de palto; para los cálculos de beneficios se consideró a venta de 10, 13 y 15 soles por planta, el precio está en función al desarrollo.

El análisis de beneficio-costo (B/C) de los tratamientos evaluados, considerando la producción total de 252 plantas en total (por tratamiento 18 plantas); mostró que los injertos de la variedad Fuerte, tratados con ambos bioestimulantes, presentaron un mayor desarrollo en comparación con los injertos de la variedad Hall. Es importante resaltar la relación de beneficio y costo de los tratamientos; T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>, y T<sub>10</sub>, T<sub>12</sub>, fue de 1,38 y 1,35 y así mismo un valor mayor a 1; por lo tanto, se indica que los beneficios superan a los costos del proyecto, es decir, los ingresos generados son superiores a los egresos.

El análisis de rentabilidad indica que, por cada sol invertido en los tratamientos, se obtiene una ganancia de 0,38 soles, mientras que en los testigos de los injertos Hall y Fuerte, el índice fue de 1,06, lo que representa una ganancia mínima de 0,06 soles por sol invertido.

Esta es la diferencia entre los tratamientos con el uso de bioestimulantes y el injerto usado ya que el desarrollo del injerto no es el mismo además la dosificación juega un papel importante para el desarrollo del injerto de palto.

## V. CONCLUSIONES

1. La aplicación de los bioestimulantes demuestran que la variedad Fuerte respondió de manera más favorable a la aplicación de bioestimulantes, presentando mayor vigor vegetativo de acuerdo con parámetros; para el diámetro del injerto destaco el tratamiento T<sub>6</sub> (Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Fuerte) con 10,2 mm. Para la altura de injerto el tratamiento T<sub>12</sub> (Rumba+ 60 ml/20 L+ variedad Fuerte) fue más efectivo con un valor de 46,59 cm seguido por el tratamiento T<sub>6</sub> (Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad Fuerte) con 42,99 cm y en número de hojas destaco el T<sub>12</sub> (Rumba+ 60 ml/20 L+ variedad Fuerte) con un valor de 56,12.
2. La mejor dosis de los bioestimulante a diferentes dosis según los parámetros evaluados fue la dosis de Agrostemin-GL a 60ml/20 L y Rumba a 60 ml/20 L.
3. Los tratamientos T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub>, obtuvieron una mejor rentabilidad en el análisis de beneficio – costo (B/C) para el crecimiento de plántones de plantas injertadas de palto con una ganancia de 0,38 soles por cada sol invertido.

## **VI. PROPUESTAS A FUTURO**

1. Usar los bioestimulante o cualquier producto foliar en agua de pH neutro y hacer la aplicación por las mañanas 6 a 10 am y por las tardes de 4 a 6 pm.
2. Para manejo integrado de plagas se puede combinar el bioestimulante con plaguicidas, pero con una prueba previa de incompatibilidad de producto para evitar desperdicio y eficacia de producto.
3. Si se desea hacer la producción de plantas injertadas de palto en la zona, mejor usar como injerto la variedad Fuerte ya que este tuvo un mejor desarrollo según los parámetros evaluados.
4. Realizar más trabajos de investigación con otras variedades y si es posible con bioestimulantes orgánicos.
5. Realizar más trabajos de investigación comparando el uso de bioestimulantes de acuerdo con las fases lunares
6. Comprar plantas injertadas de la altura baja para el fácil traslado

## VII. REFERENCIAS

- Abdel-Razzak, H. S., Al-Dalain, S. A., & Abdel-Razzak, F. H. (2019). Effect of biostimulants on grafting success and growth of some vegetable seedlings. *International Journal of Agricultural Research*, 14(3), 93–100. <https://doi.org/10.3923/ijar.2019.93.100>
- Alcántara, C. S., Acero, G. J., Alcántara, C. J., y Sánchez, M. R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova*, 17(32), 109-129.
- Alcaraz-López, C., Botía, P., Alcaraz, C. F., & Riquelme, F. (2012). *Nutritional diagnosis and leaf analysis in avocado trees*. *Scientia Horticulturae*, 134, 176–181.
- Artal Smart Agriculture. (2024). *Extracto de Algas Ascophyllum nodosum*.
- Barrientos, E. (2024). *Manejo agronómico del cultivo de palto (Persea americana Mill.) cv. Hass en el proyecto Olmos* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria de la Molina]. Repositorio institucional UNAM. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/6191>
- Battacharyya, D., Babgohari, M. Z., Rathor, P., & Prithiviraj, B. (2015). Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.012>
- Bernal, E. J. A., Builes, G. S., Caicedo, V. A. M., Carabalí, M. A., Casamitjana, C. M., Córdoba, G. D. J. y Vega, M. C. A. (2020). *Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate*. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/36505>
- Bashan, Y., de-Bashan, L. E., Prabhu, S. R., & Hernandez, J. P. (2014). Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: Formulations and practical perspectives (1998–2013). *Plant and Soil*, 378(1–2), 1–33. <https://doi.org/10.1007/s11104-013-1956-x>
- Basar, N. U., et al. (2025). Synergies between biostimulants and plant nutrients. [Journal].
- Bonomelli, C., Ruiz, R., & Meza, F. (2015). *Manual de nutrición y fertilización del palto en Chile*. INIA.

- Borys, M. W. (1994). Variedades de aguacate: descripción y comportamiento agronómico. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Bulgari, R., Franzoni, G., & Ferrante, A. (2019). Biostimulants and their role in improving plant performance under stress conditions. *Horticulturae*, 5(3), 1–15.
- Campos, R., Ayala, J., Andrés, J., y De la Cruz, M. (2012). Propagación de aguacate. *Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación*, (11).
- Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, 383(1–2), 3–41. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>
- Calzada, B. J. 1986. 143 Métodos estadísticos para la investigación. Librería el estudiante, Lima, Perú, Pp: 41 - 42.
- Castiglione, A. M., et al. (2021). Microbial biostimulants as response to modern agriculture. *Frontiers in Plant Science*.
- Castro, M., Fassio, C., y Darrouy, N. (2008). Portainjertos de aguacate en Chile. *Horticultura Internacional*, 62, 42-46.
- Castro, J., Cerdas, M., & Rodríguez, D. (2020). Comportamiento morfológico de portainjertos y variedades de aguacate en fase de vivero. *Revista Agronomía Mesoamericana*, 31(2), 451–464.
- Caycho, D. (2021). *Características reproductivas y manejo de floración del palto (Persea americana Mill.) en el valle Interandino de Huarmey* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria de la Molina]. Repositorio institucional UNAM <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4886>
- Colla, G., Roupael, Y., Canaguier, R., Svecova, E., & Cardarelli, M. (2015). Biostimulant action of protein hydrolysates: Unraveling their effects on plant physiology and root growth. *Acta Horticulturae*, 1148, 119–126.
- Cossio, F., Blas, R., & Díaz, M. (2020). *Manual técnico del cultivo del palto (Persea americana Mill.) en la costa peruana*. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).

- Craigie, J. S. (2011). Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology*, 23(3), 371–393. <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9560-4>
- De la Luz, J. (1999). Recursos genéticos de aguacate (*Persea americana* Mill.) y especies afines en México. *Revista Chapingo*. 5(1), 7-18.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2015). *El cultivo del aguacate (Persea americana Miller.), fruta de extraordinarias propiedades alimenticias, curativas e industriales*. [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol\\_Ins\\_umos\\_oct\\_2015.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Ins_umos_oct_2015.pdf)
- du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Ertani, A., Pizzeghello, D., Altissimo, A., & Nardi, S. (2013). Use of organic biostimulants in agriculture: Effects on growth and physiology of maize plants. *International Journal of Agriculture and Biology*, 15(3), 621–625.
- Espinoza, I., Moggia, C., & Defilippi, B. G. (2004). Efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre la retención de frutos en palto ‘Hass’. Avocadosource. [https://www.avocadosource.com/papers/Chile\\_Papers\\_A-Z/D-E-F/EspinozaIgnacio2004.pdf](https://www.avocadosource.com/papers/Chile_Papers_A-Z/D-E-F/EspinozaIgnacio2004.pdf)
- Estrada, L. M. E. (2014). *Guía para el Manejo integrado del aguacate en altas densidades en el estado de Guerrero*. México.
- Franciosi, F. (1992). *Evaluación de variedades de palto en la selva central del Perú*. Instituto Nacional de Investigación Agraria. (Citado por Tarazona, 2017).
- Gordon, R, Camargo, I. (2015). Statistical selection for estimating the accuracy in experimental corn trials. *Agron. Mesoam.* 26(1): 55-6 p. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/16920/16567>
- Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L., & Beaton, J. D. (2014). *Soil fertility and fertilizers* (8th ed.). Pearson.

- Hartmann, H. y Kester, D. (1971). *Propagación de plantas*. Primera Edición. Editorial Continental S. A. Barcelona, España.
- Hernández Cruz, S. J. (2020). Asignatura: Estadística Tema: Coeficiente de Variación. In Uaeh. [https://www.uaeh.edu.mx/division\\_academica/educacion media/repositorio/2010/6- semestre/estadistica/coeficiente-de-variacion.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/division_academica/educacion_media/repositorio/2010/6- semestre/estadistica/coeficiente-de-variacion.pdf)
- Huaman, S. (2018). Efecto de cinco sustratos orgánicos en el crecimiento de plantones de palta (*Persea americana* Mill) en vivero en Moyobamba–Jauja [Tesis de Grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio institucional UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1978>
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS). (2024). *Ascophyllum nodosum* (Linnaeus) Le Jolis. En *ITIS Report*. Recuperado de <https://www.itis.gov>
- IP Potash (2012). The potassium ion is easily mobilized in the whole plant. *e-ipc No. 29*.
- Ircañaupa, E. (2009). *Propagación clonal de paltos (Persea americana Mill.) por etiolación. Topará-Chincha*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio institucional UNSCH. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3965>
- Juscáfresca, B. (1963). *Frutales - Colección de nuevas técnicas agronómicas*. Edición Serrahuima y Urpi S. A. España.
- Khan, W., Rayirath, U. P., Subramanian, S., Jithesh, M. N., Rayorath, P., Hodges, D. M., Critchley, A. T., Craigie, J. S., Norrie, J., & Prithiviraj, B. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation*, 28(4), 386–399
- Lahav, E., & Whiley, A. W. (2002). *Irrigation and mineral nutrition*. En A. W. Whiley, B. Schaffer, & B. N. Wolstenholme (Eds.), *The Avocado: Botany, Production and Uses* (pp. 259–297). CABI Publishing.
- Leandro, N. (2015). *Bacterias nitrificantes-fosfóricas y micorrizas en la propagación del portainjerto “mexicola” palta (persea. Arequipa)* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de San Agustín]. Repositorio institucional UNSA.

- Lemus, G; Ferreyra, E; Gil, P; Sepúlveda, P; Maldonado, P; Toledo, C; Barrera, C. y Celedón, J. (2010). *El cultivo de palto. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chile. Boletín INIA N°129. Santiago de Chile, Chile. 129(2), 76.*
- León, M. (2022). *Efecto de bioestimulantes en el rendimiento de Persea americana Mill. “Palto” variedad hass en Haural* [Tesis de Grado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio institucional UNJFSC. <http://hdl.handle.net/20.500.14067/5969>
- Lima, L. (2015). *Bacterias nitrificantes-fosfóricas y micorrizas en la propagación del portainjerto “Mexicola” palta (Persea americana Mill). en el Valle de Ocoña, Arequipa - Olmos* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de San Agustín] Repositorio institucional UNSA. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5695>
- Lovatt, C. J. (2013). Managing nitrogen for avocado production. California Avocado Society Yearbook, 96, 115–135.
- Mahbou, G. S. T., Ntsefong, G. N., Fanche, A. M., Tchio, F., Dongmo, F., Etoga, G. O., y Youmbi, E. (2022). Development of a Technical Itinerary for the Production of Avocado (*Persea americana* Mill.) Seedlings with Biofertilizers. American Journal of Plant Sciences, 13(09), 1209-1226. <https://doi.org/10.4236/ajps.2022.139082>
- Mainardi, F. (1996). Guía ilustrada de la poda y los injertos. Ediciones De Vecchi S. A. Barcelona, España.
- Malik, A., Mor, V., Tokas, J., Punia, H., Malik, S., Malik, K., Sangwan, S., Tomar, S., Singh, P., Singh, V., N., Singh, G., Kumar, V., S. y Karwasra, A. (2021). Plántulas tratadas con bioestimulantes en el marco de una agricultura sostenible: una perspectiva global frente al cambio climático. *Agronomía*. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010014> .
- Malpartida, P., Quispe, E., Morales, H., Romani, A., y Morote, B. (2023). *Azospiril lumbrasilense* y ácido indol-3-butírico en el enraizamiento de tallos de palto (*Persea Americana* Mill.). *Bioagro*, 35(1), 69-74.
- Marschner, P. (2012). Marschner’s Mineral Nutrition of Higher Plants (3rd ed.). Academic Press.

- Martin, M. B. (2007). *Embriogenesis somatica de aguacate (persea americana mill.)*. 1. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=285181>
- Medina, C. E. (2014). *Injertos de púa en frutales de hueso y pepita*. Servicio Técnico de Agricultura y desarrollo rural.
- Mejía, A. (2009). Manual técnico: Cultivo de aguacate. *Asociación de productores de aguacate del retito (APROARE)*. Instituto colombiano agropecuario (ICA).
- Mengel, K., & Kirkby, E. A. (2001). Principles of plant nutrition. *Annals of Botany*, 93(4), 479-480. <https://doi.org/10.1093/aob/mch063>
- Mendoza, H. 2001. Comparativo de siete variedades de palto (*Persea americana* Mill.), sobre patrón criollo a nivel de vivero en Tingo María. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 60 p.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2008). *Estudio de palta en el Perú y el Mundo*. Dirección General de Información Agraria – Ministerio de Agricultura (MINAG). Lima, Perú.
- Miranda A., C. 2000. Manual del cultivo de palto en Tingo María, (Perú). Agricultura. Chile; 58p.
- Miranda, C. (1994). *El cultivo del palto*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.
- Mora, M. J. y Acuña, C. J. (2015). Curso Producción de Aguacate de Bajura. *Instituto Nacional de Innovación y Transferencia En Tecnología Agropecuaria*.
- Morales, B. (1988). *Propagación por injertos y abonamiento con humus en paltos (Persea americana) variedad Fuerte*. Huancayo: UNCP.
- Morales, S. (2019). Propagación vegetativa del aguacate (*Persea americana miller*) variedad hass, mediante el uso de hormonas enraizantes en la zona de Quevedo [Tesis de Grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio institucional UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3832>

- Muñoz, I., Etcheverry, P., & Rodríguez, J. (2011). Inducción de brotes epicórmicos en portainjertos clonales de palto mediante lesionado y aplicación de bencilaminopurina (BAP). *Chilean Journal of Agricultural Research*, 71(2), 247–252. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392011000200007>
- Nuñez, P. M. 2016. Efecto de tres bioestimulantes orgánicos en la producción de plantones en vivero del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). Para optar el título de ingeniero agrónomo. Tingo María – Perú. Disponible en: [http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1251/NVPM\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1251/NVPM_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Revisado el 3 de abril del 2019. 104 p.
- Olaeta, J. A., & Undurraga, P. (2015). Producción de palto (*Persea americana* Mill.) en América Latina. Universidad Católica de Valparaíso.
- Peleato, P. (2015). Por qué los bioestimulantes son necesarios para la agricultura. *Terralia*, 1(101), 12-14.
- Popenoe, W., Schaffer, B., & Whiley, A. W. (2002). *The avocado: Botany, production and uses*. CABI Publishing.
- Quiroz, B. A. 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). <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/4760>
- Rankel, K. (2024, noviembre 7). Fuerte avocado growth: Height vs. width [Artículo de blog]. Greg.
- Rouphael, Y., & Colla, G. (2020). Toward a sustainable agriculture through plant biostimulants: From experimental data to practical applications. *Agronomy*, 10(10), 1461. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101461>
- Saa, S., Olivos, A., & Brown, P. (2020). Bioestimulantes en la agricultura moderna: mecanismos de acción y aplicaciones. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 37(2), 123–135.

- Salisbury, F., & Ross, C. (2022). *Fisiología de las plantas*. Cengage Learning.
- Serfi Perú, S.A. (2020). *Bioestimulante, Agrostemin-GL*. La Victoria, Lima – Perú.  
<https://serfi.pe/wp-content/uploads/2020/02/Ficha-Tecnica-AGROSTEMIN-GL-v10.2022-1.pdf>
- Sharma, A., & Zheng, B. (2019). Molecular responses during plant grafting and its regulation by auxins, cytokinins, <https://doi.org/10.3390/biom9090397>
- Silva, V. (2022). *Efecto de sustratos y silicio sobre la propagación de un patrón de palto (Persea americana Mill Var. Zutano) a nivel de vivero en Huancabamba* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio institucional UNP.  
<https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3744>
- Silvestre Perú (2020). *Bioestimulante, Rumba*. Calle Arica. 42 Miraflores. Lima 18 - Perú.  
<https://silvestre.com.pe/wp-content/uploads/FTRUMBA.pdf>
- Sopian, M., Sodiq, A. H., & Rossaffelt Rumbiak, J. E. (2023). Optimal growth conditions for avocado (*Persea americana* Mill.) seedlings using biofertilizer-based approach with biosurfactant diethanolamide palm olein and neem extract. *Jurnal Ilmiah Pertanian*.  
<https://doi.org/10.31849/jip.v20i3.16276>
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant physiology and development* (6th ed.). Sinauer Associates.
- Tamayo, A., Córdoba, O. D. J., y Londoño, M. E. (2008). *Tecnología para el cultivo del aguacate* (Vol. 5). Corpoica.
- Tao, L., Zhu, H., Luo, X., Li, J., Ru, Y., Lv, J., Pan, W., Li, Y., Li, X., Chen, Y., Jasik, J., Baluška, F., Shabala, S., Huang, X., Shi, L., & Yu, M. (2024). Manganese toxicity elicits the degradation of auxin transport carriers to restrain arabidopsis root growth. *Environmental and Experimental Botany*.  
<https://doi.org/10.1016/J.ENVEXPBOT.2024.105863> Bo

- Tarazona, A. (2017). *Comparativo de diez variedades de palto (Persea americana Mill) sobre patrón mexicano “topa topa” a nivel de vivero en Tingo María* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva] Repositorio institucional UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1675>
- Vilca, R. (2019). *Estratificación en frío, corte de semillas y microorganismos eficientes en la propagación sexual de palto. Ayacucho* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio institucional UNSCH. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3553>
- Vila, V., De Stefano Piedade, S., Bouix, C., Rezende, R., Wenneck, G., De Souza Terassi, D., Matumoto-Pintro, P. y Marques, P. (2024). Uso de un bioestimulante a base de extracto de algas como insumo sustentable para mejorar la calidad de plántulas de solanáceas. *Horticultura*. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10060642> .
- Walter, N., Osorio Vega, S. L., & Serna Gómez, B. E. M. R. (2012). Use of Soil Microorganisms as a Biotechnological Strategy to Enhance Avocado (Persea americana)-Plant Phosphate Uptake and Growth Uso de Microorganismos del Suelo como Estrategia Biotecnológica para Mejorar la Absorción de Fósforo y el Crecimiento de Plantas de Aguacate (Persea americana).

## **ANEXOS**

**Tabla 22.** Datos de evaluación de la altura (cm) de injerto desde el día 40 a 160

TRA/ REP.	40 Días					70 Días					100 Días					130 Días					160 Días				
	RI	RII	RII	SUMA	PROM.	RI	RII	RII	SUMA	PROM.	RI	RII	RII	SUMA	PROM.	RI	RII	RII	SUMA	PROM.	RI	RII	RII	SUMA	PROM.
<b>T<sub>1</sub></b>	15,0	14,7	16,3	46,0	10,3	22,2	20,8	17,3	60,2	20,1	22,9	21,6	22,6	67,1	22,4	25,4	25,5	26,0	76,9	25,6	27,6	26,5	26,0	80,1	26,7
<b>T<sub>2</sub></b>	15,8	16,3	13,8	45,9	10,0	21,8	20,9	26,8	69,5	23,2	23,4	24,6	25,7	73,7	24,6	29,9	30,8	26,0	86,7	28,9	31,1	33,4	31,7	96,1	32,0
<b>T<sub>3</sub></b>	13,8	14,2	14,5	42,4	9,6	20,5	21,3	21,3	63,1	21,0	21,6	22,5	22,7	66,7	22,2	22,3	23,3	24,5	70,0	23,3	31,9	30,9	31,2	94,0	31,3
<b>T<sub>4</sub></b>	14,7	14,2	15,1	44,0	9,8	21,2	24,0	25,7	70,9	23,6	28,0	28,5	26,1	82,6	27,5	28,8	30,0	28,7	87,5	29,2	34,0	32,8	32,3	99,1	33,0
<b>T<sub>5</sub></b>	14,3	15,9	14,6	44,8	10,2	25,2	29,0	23,5	77,7	25,9	27,6	30,2	29,1	86,9	29,0	37,4	36,7	34,1	108,3	36,1	39,1	39,5	35,5	114,0	38,0
<b>T<sub>6</sub></b>	13,9	14,4	14,8	43,1	9,7	30,9	34,9	30,6	96,3	32,1	34,5	36,1	33,2	103,7	34,6	41,3	42,8	42,3	126,4	42,1	42,7	42,1	44,1	128,8	42,9
<b>T<sub>7</sub></b>	14,0	15,8	14,0	43,8	9,9	20,2	20,8	19,9	61,0	20,3	22,0	22,8	22,8	67,6	22,5	26,0	28,1	27,7	81,7	27,2	30,0	30,5	30,0	90,5	30,2
<b>T<sub>8</sub></b>	14,6	15,3	15,1	44,9	10,1	25,4	22,9	25,4	73,7	24,6	26,3	23,7	25,5	75,5	25,2	30,2	29,8	25,8	85,8	28,6	31,3	31,4	32,7	95,4	31,8
<b>T<sub>9</sub></b>	14,0	14,7	14,6	43,3	9,8	27,3	27,1	26,9	81,3	27,1	28,2	27,9	27,7	83,8	27,9	34,7	33,6	33,2	101,5	33,8	36,2	34,2	33,8	104,1	34,7
<b>T<sub>10</sub></b>	14,0	14,4	14,1	42,5	9,5	27,3	30,5	29,3	87,2	29,1	28,2	31,6	30,2	90,0	30,0	34,7	40,0	39,4	114,1	38,0	36,2	40,5	39,9	116,6	38,9
<b>T<sub>11</sub></b>	14,3	15,3	13,6	43,1	9,6	27,8	29,8	27,4	85,0	28,3	28,7	30,8	27,6	87,1	29,0	32,8	35,6	32,4	100,8	33,6	33,7	36,5	33,1	103,3	34,4
<b>T<sub>12</sub></b>	14,7	14,8	13,5	43,0	9,4	32,6	36,2	35,1	103,9	34,6	33,0	37,5	35,7	106,2	35,4	34,1	37,3	37,8	109,2	36,4	45,9	47,1	46,8	139,8	46,6
<b>T<sub>13</sub></b>	14,0	15,2	15,6	44,7	10,3	18,1	19,4	19,3	56,8	18,9	21,1	21,0	21,2	63,3	21,1	23,2	22,2	23,1	68,5	22,8	24,7	23,6	25,1	73,3	24,4
<b>T<sub>14</sub></b>	14,5	15,4	15,9	45,8	10,4	19,9	19,2	17,1	56,2	18,7	23,7	20,1	19,4	63,2	21,1	25,0	21,4	21,2	67,6	22,5	25,3	23,4	24,8	73,4	24,5

**Tabla 23.** Datos de evaluación del diámetro (mm) del patrón de palto desde el día 40 a 160

TRA/REP.	40 Días					70 Días					100 Días					130 Días					160 Días				
	RI	RII	RII	SUMA	PROM.	RI	RII	RII	SUMA	PROM.	RI	RII	RII	SUMA	PROM.	RI	RII	RII	SUMA	PROM.	RI	RII	RII	SUMA	PROM.
<b>T<sub>1</sub></b>	6,04	5,96	5,58	17,58	5,86	6,51	6,48	6,60	19,59	6,53	7,23	7,42	7,03	21,69	7,23	7,98	7,92	7,37	23,27	7,76	8,44	8,66	7,65	24,75	8,25
<b>T<sub>2</sub></b>	6,34	5,73	5,88	17,94	5,98	6,64	6,11	6,50	19,25	6,42	7,11	7,33	7,07	21,51	7,17	7,95	8,05	7,31	23,31	7,77	8,94	8,55	8,31	25,79	8,60
<b>T<sub>3</sub></b>	6,14	5,24	5,77	17,15	5,72	6,16	5,75	6,36	18,28	6,09	6,82	6,44	6,52	19,78	6,59	7,18	6,99	7,07	21,24	7,08	8,83	8,06	7,85	24,74	8,25
<b>T<sub>4</sub></b>	6,21	6,81	5,71	18,73	6,24	7,29	15,2	7,11	29,60	9,87	9,29	8,68	7,72	25,69	8,56	9,89	8,94	8,61	27,43	9,14	10,4	9,89	10,0	30,31	10,10
<b>T<sub>5</sub></b>	5,46	5,62	5,63	16,71	5,57	6,03	6,25	6,53	18,81	6,27	7,24	7,98	7,44	22,65	7,55	7,72	8,33	8,01	24,06	8,02	8,83	9,95	8,71	27,48	9,16
<b>T<sub>6</sub></b>	7,13	6,41	4,99	18,52	6,17	7,89	7,29	6,11	21,28	7,09	8,90	8,78	7,74	25,41	8,47	9,66	9,86	8,36	27,88	9,29	10,5	10,3	9,68	30,47	10,16
<b>T<sub>7</sub></b>	5,59	6,14	5,65	17,38	5,79	6,41	6,48	6,43	19,31	6,44	7,42	7,93	7,21	22,57	7,52	8,45	8,82	7,95	25,22	8,41	9,36	9,16	9,94	28,46	9,49
<b>T<sub>8</sub></b>	6,05	6,34	5,77	18,16	6,05	7,77	6,75	6,88	21,39	7,13	8,35	7,41	8,00	23,76	7,92	9,12	7,95	8,42	25,48	8,49	10,2	8,61	9,38	28,20	9,40
<b>T<sub>9</sub></b>	6,40	5,13	5,18	16,70	5,57	7,00	5,51	6,04	18,55	6,18	8,84	6,37	6,65	21,86	7,29	9,35	7,57	7,17	24,08	8,03	9,96	8,04	7,89	25,89	8,63
<b>T<sub>10</sub></b>	5,87	7,03	6,05	18,94	6,31	6,80	7,35	7,11	21,26	7,09	7,28	8,07	8,47	23,82	7,94	8,08	9,48	9,16	26,71	8,90	9,15	10,5	9,83	29,45	9,82
<b>T<sub>11</sub></b>	5,73	5,84	5,25	16,82	5,61	6,67	6,43	6,33	19,44	6,48	7,73	7,66	7,30	22,69	7,56	8,27	8,83	8,01	25,11	8,37	8,68	9,82	9,24	27,74	9,25
<b>T<sub>12</sub></b>	6,49	6,75	5,48	18,72	6,24	6,95	7,47	6,32	20,74	6,91	8,14	8,26	7,22	23,62	7,87	8,61	8,74	7,29	24,65	8,22	9,30	9,59	8,00	26,89	8,96
<b>T<sub>13</sub></b>	5,84	4,96	6,00	16,80	5,60	6,10	5,36	6,30	17,77	5,92	7,31	6,10	6,91	20,32	6,77	7,61	6,60	7,85	22,06	7,35	8,39	7,08	8,35	23,82	7,94
<b>T<sub>14</sub></b>	5,22	5,99	5,68	16,88	5,63	5,71	6,41	5,74	17,85	5,95	6,56	7,26	6,48	20,29	6,76	6,96	8,00	6,74	21,69	7,23	8,07	8,39	7,13	23,58	7,86

**Tabla 24.** Datos de evaluación del diámetro (mm) del injerto de palto desde el día 40 a 160

TRA/ REP.	40 Día					70 Días					100 Días					130 Días					160 Días				
	RI	RII	RII	SUMA	PROM.	RI	RII	RII	SUMA	PROM.	RI	RII	RII	SUMA	PROM.	RI	RII	RII	SUMA	PROM.	RI	RII	RII	SUMA	PROM.
<b>T<sub>1</sub></b>	6,04	5,96	5,58	17,58	5,86	6,51	6,48	6,60	19,59	6,53	7,23	7,42	7,03	21,69	7,23	7,98	7,92	7,37	23,27	7,76	8,44	8,66	7,65	24,75	8,25
<b>T<sub>2</sub></b>	6,34	5,73	5,88	17,94	5,98	6,64	6,11	6,50	19,25	6,42	7,11	7,33	7,07	21,51	7,17	7,95	8,05	7,31	23,31	7,77	8,94	8,55	8,31	25,79	8,60
<b>T<sub>3</sub></b>	6,14	5,24	5,77	17,15	5,72	6,16	5,75	6,36	18,28	6,09	6,82	6,44	6,52	19,78	6,59	7,18	6,99	7,07	21,24	7,08	8,83	8,06	7,85	24,74	8,25
<b>T<sub>4</sub></b>	6,21	6,81	5,71	18,73	6,24	7,29	15,20	7,11	29,60	9,87	9,29	8,68	7,72	25,69	8,56	9,89	8,94	8,61	27,43	9,14	10,41	9,89	10,00	30,31	10,10
<b>T<sub>5</sub></b>	5,46	5,62	5,63	16,71	5,57	6,03	6,25	6,53	18,81	6,27	7,24	7,98	7,44	22,65	7,55	7,72	8,33	8,01	24,06	8,02	8,83	9,95	8,71	27,48	9,16
<b>T<sub>6</sub></b>	7,13	6,41	4,99	18,52	6,17	7,89	7,29	6,11	21,28	7,09	8,90	8,78	7,74	25,41	8,47	9,66	9,86	8,36	27,88	9,29	10,45	10,34	9,68	30,47	10,16
<b>T<sub>7</sub></b>	5,59	6,14	5,65	17,38	5,79	6,41	6,48	6,43	19,31	6,44	7,42	7,93	7,21	22,57	7,52	8,45	8,82	7,95	25,22	8,41	9,36	9,16	9,94	28,46	9,49
<b>T<sub>8</sub></b>	6,05	6,34	5,77	18,16	6,05	7,77	6,75	6,88	21,39	7,13	8,35	7,41	8,00	23,76	7,92	9,12	7,95	8,42	25,48	8,49	10,21	8,61	9,38	28,20	9,40
<b>T<sub>9</sub></b>	6,40	5,13	5,18	16,70	5,57	7,00	5,51	6,04	18,55	6,18	8,84	6,37	6,65	21,86	7,29	9,35	7,57	7,17	24,08	8,03	9,96	8,04	7,89	25,89	8,63
<b>T<sub>10</sub></b>	5,87	7,03	6,05	18,94	6,31	6,80	7,35	7,11	21,26	7,09	7,28	8,07	8,47	23,82	7,94	8,08	9,48	9,16	26,71	8,90	9,15	10,48	9,83	29,45	9,82
<b>T<sub>11</sub></b>	5,73	5,84	5,25	16,82	5,61	6,67	6,43	6,33	19,44	6,48	7,73	7,66	7,30	22,69	7,56	8,27	8,83	8,01	25,11	8,37	8,68	9,82	9,24	27,74	9,25
<b>T<sub>12</sub></b>	6,49	6,75	5,48	18,72	6,24	6,95	7,47	6,32	20,74	6,91	8,14	8,26	7,22	23,62	7,87	8,61	8,74	7,29	24,65	8,22	9,30	9,59	8,00	26,89	8,96
<b>T<sub>13</sub></b>	5,84	4,96	6,00	16,80	5,60	6,10	5,36	6,30	17,77	5,92	7,31	6,10	6,91	20,32	6,77	7,61	6,60	7,85	22,06	7,35	8,39	7,08	8,35	23,82	7,94
<b>T<sub>14</sub></b>	5,22	5,99	5,68	16,88	5,63	5,71	6,41	5,74	17,85	5,95	6,56	7,26	6,48	20,29	6,76	6,96	8,00	6,74	21,69	7,23	8,07	8,39	7,13	23,58	7,86

**Tabla 25.** Datos de evaluación de número de brote de palto desde el día 40 a 160

TRA/ REP.	40 Días					70 Días					100 Días					130 Días					160 Días				
	RI	RII	RII	SUMA	PROM.	RI	RII	RII	SUMA	PROM.	RI	RII	RII	SUMA	PROM.	RI	RII	RII	SUMA	PROM.	RI	RII	RII	SUMA	PROM.
<b>T<sub>1</sub></b>	2,8	3,0	0,0	5,8	1,9	2,8	2,8	2,8	8,3	2,8	2,8	2,8	3,0	8,6	2,9	2,8	2,8	3,3	8,8	2,9	2,8	2,8	3,3	8,8	2,9
<b>T<sub>2</sub></b>	2,0	2,5	2,0	6,5	2,2	2,5	2,5	3,0	8,0	2,7	2,6	2,8	3,3	8,7	2,9	2,6	3,3	3,3	9,2	3,1	2,6	3,3	3,3	9,2	3,1
<b>T<sub>3</sub></b>	2,5	2,0	3,0	7,5	2,5	4,0	3,3	2,5	9,8	3,3	4,5	4,0	2,8	11,3	3,8	4,8	4,3	2,8	11,8	3,9	4,8	4,0	2,8	11,5	3,8
<b>T<sub>4</sub></b>	3,0	3,3	1,5	7,8	2,6	3,8	4,3	1,5	9,6	3,2	3,8	4,3	1,5	9,6	3,2	3,8	4,3	1,5	9,6	3,2	3,8	4,3	1,5	9,6	3,2
<b>T<sub>5</sub></b>	1,5	1,7	4,0	7,2	2,4	2,5	1,7	4,0	8,2	2,7	2,3	1,7	4,5	8,4	2,8	2,5	1,7	4,5	8,7	2,9	2,5	1,7	4,5	8,7	2,9
<b>T<sub>6</sub></b>	3,5	2,8	1,0	7,3	2,4	3,8	3,6	2,2	9,6	3,2	4,0	3,6	3,6	11,2	3,7	4,3	3,6	3,8	11,7	3,9	4,3	3,6	3,8	11,7	3,9
<b>T<sub>7</sub></b>	1,4	4,0	1,3	6,7	2,2	1,8	3,6	1,8	7,2	2,4	2,2	3,6	2,0	7,8	2,6	2,2	3,6	2,2	8,0	2,7	2,2	3,6	2,2	8,0	2,7
<b>T<sub>8</sub></b>	2,7	3,0	1,0	6,7	2,2	2,7	3,2	2,7	8,5	2,8	2,7	3,2	3,3	9,2	3,1	2,7	3,2	3,3	9,2	3,1	2,7	3,2	3,3	9,2	3,1
<b>T<sub>9</sub></b>	2,4	2,4	3,0	7,8	2,6	2,3	2,5	2,6	7,4	2,5	2,5	2,5	2,8	7,8	2,6	2,5	2,5	3,0	8,0	2,7	2,5	2,5	3,0	8,0	2,7
<b>T<sub>10</sub></b>	1,8	2,8	2,0	6,7	2,2	2,5	3,0	3,0	8,5	2,8	2,5	3,0	2,5	8,0	2,7	2,5	3,0	2,5	8,0	2,7	2,5	3,0	2,5	8,0	2,7
<b>T<sub>11</sub></b>	1,3	3,4	1,5	6,2	2,1	1,2	3,8	2,5	7,5	2,5	1,5	3,8	3,0	8,3	2,8	1,5	4,0	3,0	8,5	2,8	1,7	4,0	3,0	8,7	2,9
<b>T<sub>12</sub></b>	2,3	3,3	2,0	7,6	2,5	2,3	3,2	1,8	7,3	2,4	2,3	4,2	1,8	8,3	2,8	2,5	4,4	2,5	9,4	3,1	2,5	4,4	2,5	9,4	3,1
<b>T<sub>13</sub></b>	2,8	1,0	2,0	5,8	1,9	2,8	1,7	3,3	7,7	2,6	2,8	1,7	3,3	7,7	2,6	2,8	1,7	3,3	7,7	2,6	2,8	1,7	3,3	7,7	2,6
<b>T<sub>14</sub></b>	1,2	1,5	1,0	3,7	1,2	1,2	2,0	1,0	4,2	1,4	1,2	2,0	2,0	5,2	1,7	1,3	2,2	2,0	5,5	1,8	1,3	2,2	2,0	5,5	1,8

**Tabla 26.** Datos de evaluación de número de hojas de palto desde el día 40 a 160

TRA/ REP.	40 Días					70 Días					100 Días					130 Días					160 Días				
	RI	RII	RII	SUMA	PROM.	RI	RII	RII	SUMA	PROM.	RI	RII	RII	SUMA	PROM.	RI	RII	RII	SUMA	PROM.	RI	RII	RII	SUMA	PROM.
<b>T<sub>1</sub></b>	14,5	9,3	0,0	23,8	7,9	27,2	28,3	19,0	74,4	24,8	29,8	29,3	27,8	86,8	28,9	35,0	36,5	33,8	105,3	35,1	37,0	38,5	36,3	111,8	37,3
<b>T<sub>2</sub></b>	7,5	2,5	0,0	10,0	3,3	31,0	19,8	40,5	91,3	30,4	32,3	21,3	36,4	89,9	30,0	33,8	28,3	39,6	101,6	33,9	37,0	42,0	43,2	122,2	40,7
<b>T<sub>3</sub></b>	4,0	0,0	0,0	4,0	1,3	33,3	20,0	11,5	64,8	21,6	30,5	17,3	20,0	67,8	22,6	32,3	28,7	22,3	83,3	27,8	42,0	38,0	33,3	113,3	37,8
<b>T<sub>4</sub></b>	13,7	5,0	6,5	25,2	8,4	35,5	19,0	22,3	76,8	25,6	37,0	36,7	26,7	100,3	33,4	40,8	45,7	36,0	122,4	40,8	42,3	46,7	50,7	139,6	46,5
<b>T<sub>5</sub></b>	5,0	6,8	0,0	11,8	3,9	20,0	16,3	27,5	63,8	21,3	31,0	27,5	28,7	87,2	29,1	31,5	35,7	41,0	108,2	36,1	40,0	47,0	41,3	128,3	42,8
<b>T<sub>6</sub></b>	7,8	7,0	0,0	14,8	4,9	31,4	24,8	15,0	71,2	23,7	40,0	43,5	34,8	118,3	39,4	45,0	45,5	40,3	130,8	43,6	47,2	53,3	45,5	146,0	48,7
<b>T<sub>7</sub></b>	7,7	6,0	13,0	26,7	8,9	14,6	17,6	19,3	51,5	17,2	18,2	31,0	24,4	73,6	24,5	26,4	37,2	27,6	91,2	30,4	36,0	43,2	39,2	118,4	39,5
<b>T<sub>8</sub></b>	2,6	4,0	0,0	6,6	2,2	16,0	16,2	22,5	54,7	18,2	31,2	28,0	23,5	82,7	27,6	35,2	29,8	27,3	92,3	30,8	39,6	33,3	28,5	101,4	33,8
<b>T<sub>9</sub></b>	7,4	4,7	14,3	26,4	8,8	33,6	18,5	26,3	78,4	26,1	34,6	25,8	26,0	86,4	28,8	47,0	36,3	36,8	120,0	40,0	52,6	46,5	45,8	144,9	48,3
<b>T<sub>10</sub></b>	2,5	0,0	6,0	8,5	2,8	25,3	17,5	19,5	62,3	20,8	31,0	36,0	28,8	95,8	31,9	31,3	44,5	40,2	116,0	38,7	44,3	46,5	44,2	135,0	45,0
<b>T<sub>11</sub></b>	3,0	4,0	0,0	7,0	2,3	30,0	25,8	17,0	72,8	24,3	24,5	44,0	22,5	91,0	30,3	35,8	48,5	35,0	119,3	39,8	50,5	59,0	40,0	149,5	49,8
<b>T<sub>12</sub></b>	5,5	0,0	0,0	5,5	1,8	27,8	15,8	19,7	63,2	21,1	33,3	27,6	21,7	82,5	27,5	36,8	34,0	32,3	103,1	34,4	48,8	58,4	49,3	156,5	52,2
<b>T<sub>13</sub></b>	7,8	2,0	5,0	14,8	4,9	26,0	19,3	20,0	65,3	21,8	26,2	20,3	21,7	68,2	22,7	30,8	27,0	23,0	80,8	26,9	32,8	32,0	36,3	101,1	33,7
<b>T<sub>14</sub></b>	4,8	0,0	0,0	4,8	1,6	12,2	6,0	13,0	31,2	10,4	9,5	8,0	15,7	33,2	11,1	12,0	23,0	18,7	53,7	17,9	15,7	23,5	22,7	61,8	20,6

**Tabla 27.** Datos de evaluación de número de raíces y volumen de radicular (cm<sup>3</sup>) de palto desde el día 40 a 160

Trat.	Número de Raíz				Volumen radicular (cm <sup>3</sup> )			
	Planta 1	Planta 2	Suma	Promedio	Planta 1	Planta 2	Suma	Promedio
T <sub>1</sub>	43,00	43,00	86,00	43,00	47,00	49,00	96,00	48,00
T <sub>2</sub>	60,00	46,00	106,00	53,00	78,00	59,00	137,00	68,50
T <sub>3</sub>	50,00	40,00	90,00	45,00	64,00	36,00	100,00	50,00
T <sub>4</sub>	82,00	53,00	135,00	67,50	94,00	80,00	174,00	87,00
T <sub>5</sub>	48,00	72,00	120,00	60,00	61,20	74,00	135,20	67,60
T <sub>6</sub>	97,00	60,00	157,00	78,50	99,00	94,00	193,00	96,50
T <sub>7</sub>	35,00	53,00	88,00	44,00	52,00	68,00	120,00	60,00
T <sub>8</sub>	68,00	60,00	128,00	64,00	114,00	70,00	184,00	92,00
T <sub>9</sub>	102,00	102,00	204,00	102,00	87,00	89,00	176,00	88,00
T <sub>10</sub>	57,00	49,00	106,00	53,00	61,00	118,00	179,00	89,00
T <sub>11</sub>	53,00	111,00	164,00	82,00	61,00	118,00	179,00	89,50
T <sub>12</sub>	119,00	93,00	212,00	106,00	106,00	92,00	198,00	99,00
T <sub>13</sub>	37,00	46,00	83,00	41,50	58,00	77,00	135,00	67,50
T <sub>14</sub>	25,0	18,0	43,0	21,5	20,0	14,0	34,0	17,0

**Tabla 28.** Datos de evaluación % de materia seca de palto a los 160 días después del injerto

Trat.	Peso fresco (g)				Peso seco(g)				% Materia seca
	Planta 1	Planta 2	Suma	Promedio	Planta 1	Planta 2	Suma	Promedio	
T <sub>1</sub>	167,3	111,6	278,9	139,5	58,9	47,2	106,1	53,1	38,042
T <sub>2</sub>	172,9	103,5	276,4	138,2	62,1	36,3	98,4	49,2	35,601
T <sub>3</sub>	147,6	151,7	299,3	149,7	60,3	57,6	117,9	59,0	39,392
T <sub>4</sub>	275,7	239,8	515,5	257,8	116,6	99,1	215,7	107,9	41,843
T <sub>5</sub>	230,2	177,8	408,0	204,0	80,7	64,3	145,0	72,5	35,539
T <sub>6</sub>	259,7	265,1	524,8	262,4	101,3	111,2	212,5	106,3	40,492
T <sub>7</sub>	210,3	141,2	351,5	175,8	72,6	56,7	129,3	64,7	36,785
T <sub>8</sub>	166,3	146,2	312,5	156,3	59,1	62,5	121,6	60,8	38,912
T <sub>9</sub>	210,7	233,9	444,6	222,3	73,7	86,9	160,6	80,3	36,122
T <sub>10</sub>	210,3	157,3	367,6	183,8	79,5	57,6	137,1	68,6	37,296
T <sub>11</sub>	341,1	209,3	550,4	275,2	139,0	79,3	218,3	109,2	39,662
T <sub>12</sub>	237,0	257,1	494,1	247,1	82,9	107,8	190,7	95,4	38,595
T <sub>13</sub>	82,0	82,0	164,0	82,0	39,6	42,7	82,3	41,2	50,183
T <sub>14</sub>	59,9	59,2	119,1	59,6	31,7	31,4	63,1	31,6	52,981

**Tabla 29.** Datos de área foliar (m<sup>2</sup>) evaluado a los 160 días después del injerto

Tratamiento	Área foliar (m <sup>2</sup> )			
	Planta 1	Planta 2	Suma	Promedio
T <sub>1</sub>	1486,2	1659,8	3146,1	1048,7
T <sub>2</sub>	669,9	688,8	1358,7	452,9
T <sub>3</sub>	1129,8	1419,9	2549,7	849,9
T <sub>4</sub>	1387,8	1691,7	3079,5	1026,5
T <sub>5</sub>	2200,6	2434,1	4634,8	1544,9
T <sub>6</sub>	1312,3	1303,2	2615,5	871,8
T <sub>7</sub>	1497,9	2440,6	3938,5	1312,8
T <sub>8</sub>	775,9	931,3	1707,3	569,1
T <sub>9</sub>	2187,9	1879,2	4067,1	1355,7
T <sub>10</sub>	2166,8	1749,1	3915,9	1305,3
T <sub>11</sub>	2657,8	1803,7	4461,5	1487,2
T <sub>12</sub>	2571,6	2705,1	5276,7	1758,9
T <sub>13</sub>	318,4	305,6	624,0	208,0
T <sub>14</sub>	415,2	298,2	713,4	237,8

Fuente: propia

T<sub>1</sub>: Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad HallT<sub>3</sub>: Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad HallT<sub>5</sub>: Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad HallT<sub>7</sub>: Rumba + 15 ml/20 L+ variedad HallT<sub>9</sub>: Rumba + 30 ml/20 L+ variedad HallT<sub>11</sub>: Rumba + 60 ml/20 L+ variedad HallT<sub>13</sub>: Testigo variedad HallT<sub>2</sub>: Agrostemin-GL+ 15 ml/20 L+ variedad FuerteT<sub>4</sub>: Agrostemin-GL+ 30 ml/20 L+ variedad FuerteT<sub>6</sub>: Agrostemin-GL+ 60 ml/20 L+ variedad FuerteT<sub>8</sub>: Rumba + 15 ml/20 L+ variedad FuerteT<sub>10</sub>: Rumba + 30 ml/20 L+ variedad FuerteT<sub>12</sub>: Rumba + 60 ml/20 L+ variedad FuerteT<sub>14</sub>: Testigo variedad

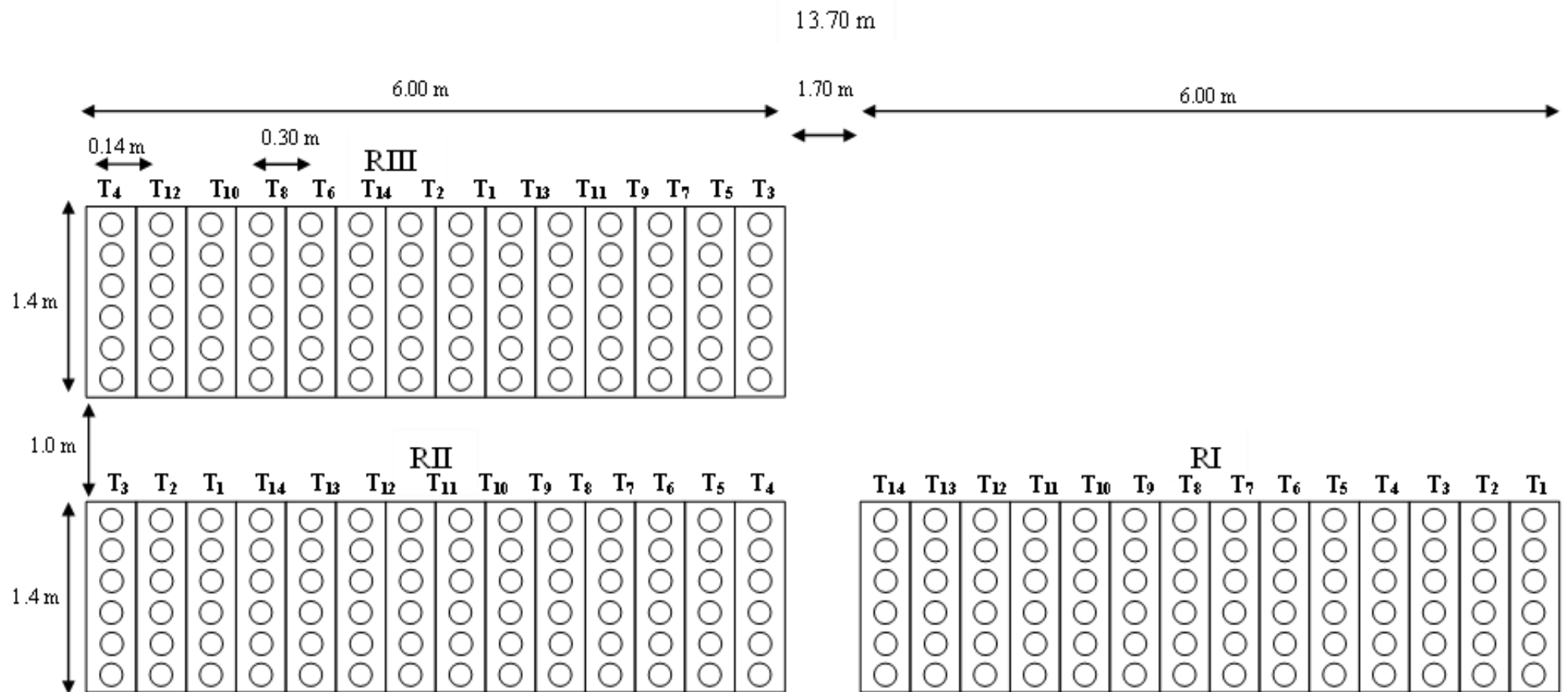


Figura 25. Croquis del campo experimental.

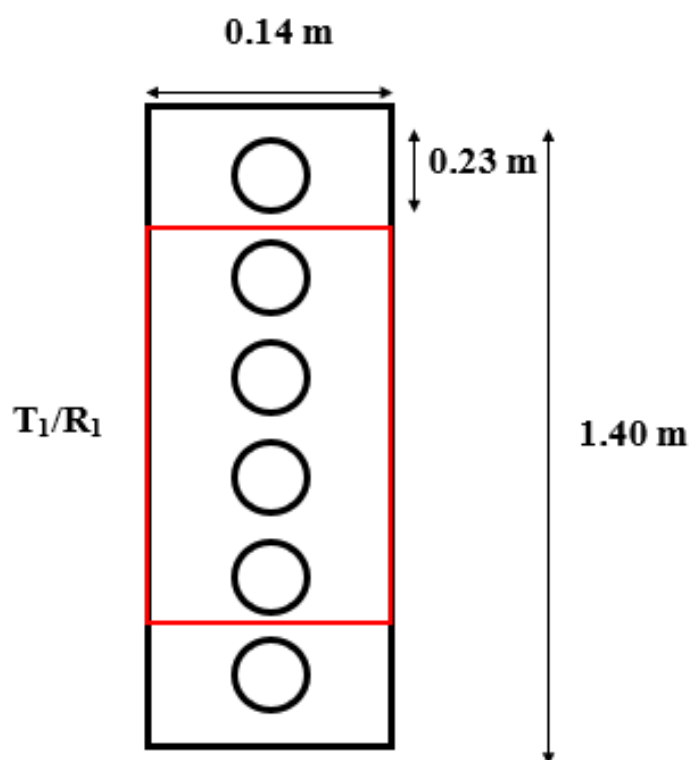
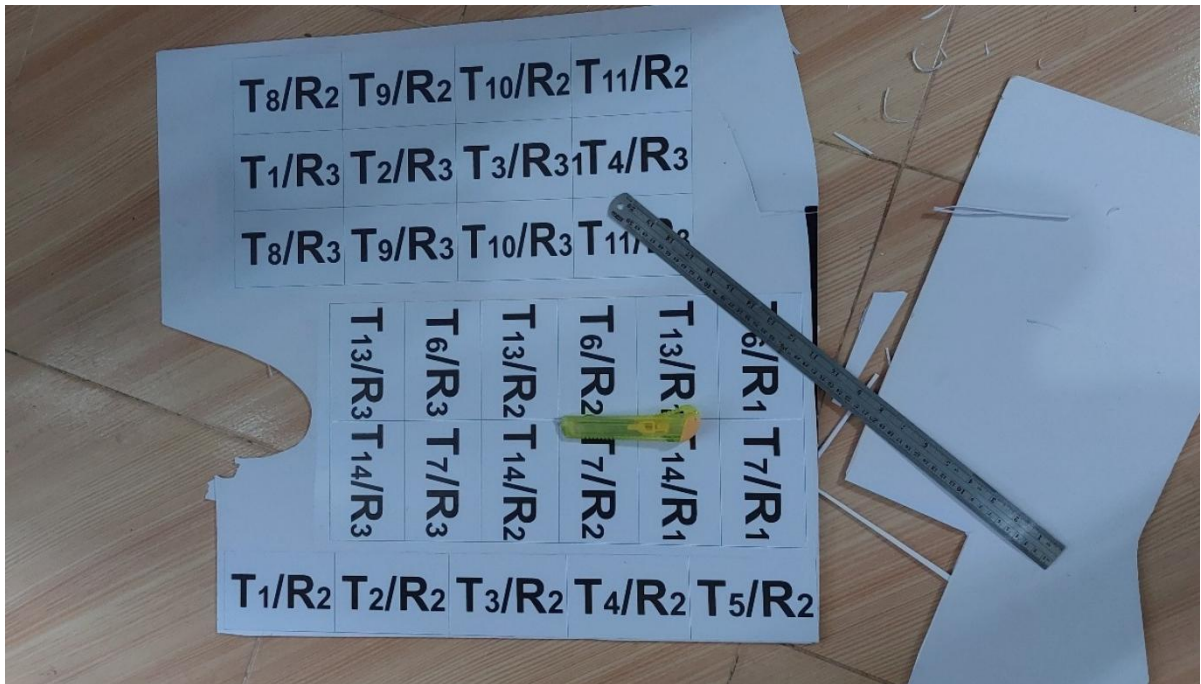


Figura 26. Croquis de un tratamiento.



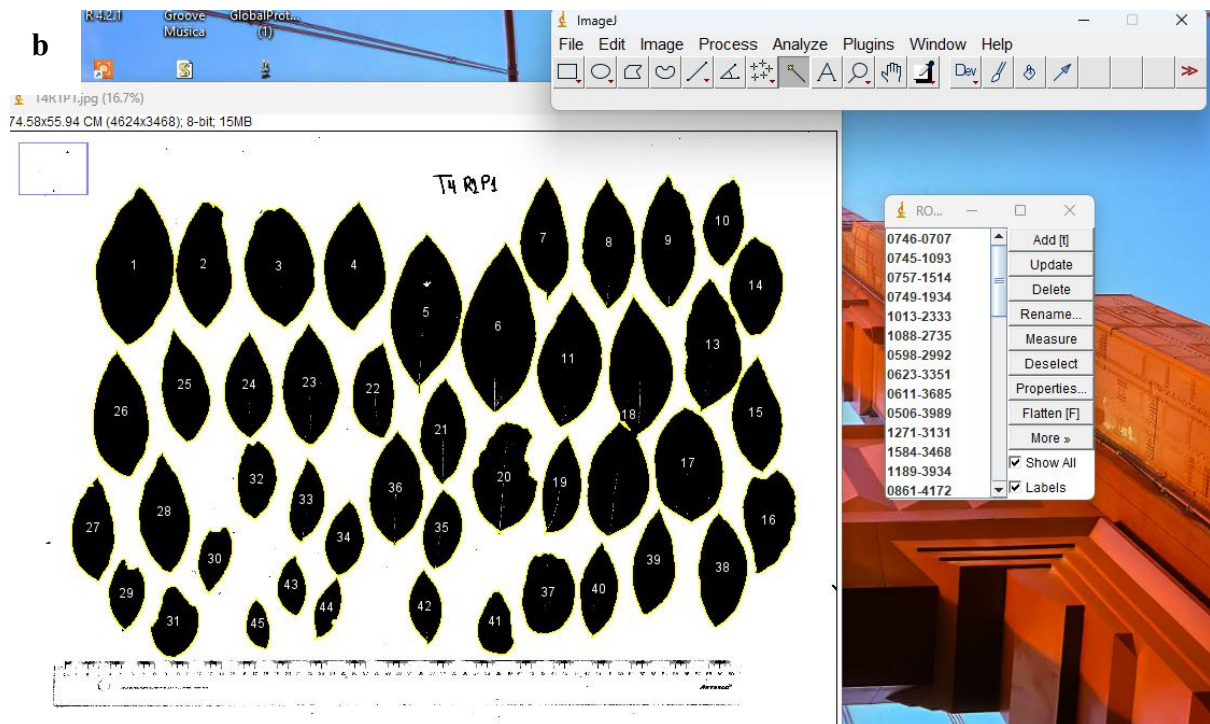
Figura 27. Tratamientos del trabajo de investigación durante el último periodo.



**Figura 28.** Preparación de etiquetas para los tratamientos en estudio



**Figura 29.** Labores durante el trabajo de investigación: a. Eliminación de hojas del patrón, b. Aplicación de bioestimulante, c. Gigantografía del trabajo de investigación y d. Evaluación de plantas (diámetro, altura, número de brote y hojas).



**Figura 30.** Pasos para hallar el área foliar: a. Tomar foto a todas las hojas de la planta y b. Llevar la fotografía al programa ImagenJ.



**Figura 31.** Determinación de macro y microelementos: a. Muestras salido de estufa para realizar el triturado, b. Cocinado de la ceniza con ácido Clorhídrico, c. enfriado después del cocinado la muestra en la estufa, d. preparado de Ácido Clorhídrico para tomar lectura según la reacción, e. Lectura según la reacción y f. Muestras para la lectura espectrofotómetro.

## ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:			MALLQUI MEDRANO GRACIELA PAMELA														
DATOS DE LA MUESTRA			RESULTADOS EN BASE					RESULTADOS EN BASE SECA									
Código	Tipo	Código del usuario	Humedad Hd (%)	Materia Seca (%)	C/N	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
E0900-31	TALLO Y HOJAS	T1R1P2	64,24	35,76	10,64	91,93	8,07	4,70	0,360	0,676	0,105	0,033	0,554	11,464	877,280	16,968	512,412
E0900-50	TALLO Y HOJAS	T1R1P6	37,07	58,61	17,44	93,15	6,85	2,67	0,329	0,647	0,102	0,059	0,505	11,463	596,561	27,485	709,693
E0900-39	TALLO Y HOJAS	T2R1P1	64,08	35,92	13,36	92,34	7,66	3,74	0,238	0,726	0,107	0,036	0,564	12,983	1256,866	24,968	401,977
E0900-54	TALLO Y HOJAS	T2R3P6	25,46	67,64	28,76	90,74	9,26	1,58	0,493	0,594	0,101	0,046	0,456	10,910	985,371	15,373	70,419
E0900-32	TALLO Y HOJAS	T3R2P5	62,03	37,97	15,41	92,69	7,31	3,24	0,377	0,652	0,103	0,067	0,591	13,935	1075,943	29,860	339,902
E0900-47	TALLO Y HOJAS	T3R2P6	29,27	66,88	20,59	94,55	5,45	2,30	0,422	0,649	0,104	0,053	0,566	9,493	2322,758	26,480	366,625
E0900-53	TALLO Y HOJAS	T4R1P1	24,17	71,54	26,61	94,34	5,66	1,77	0,375	0,743	0,110	0,045	0,512	10,462	684,003	41,931	75,724
E0900-37	TALLO Y HOJAS	T4R2P6	57,71	42,29	18,88	93,04	6,96	2,65	0,356	0,666	0,108	0,030	0,502	12,926	1919,960	33,428	123,291
E0900-40	TALLO Y HOJAS	T5R1P5	63,84	36,16	10,76	92,22	7,78	4,65	0,351	0,596	0,107	0,064	0,600	11,968	1484,067	29,921	187,004
E0900-41	TALLO Y HOJAS	T5R2P1	64,94	35,06	9,21	91,20	8,80	5,43	0,608	0,813	0,117	0,059	0,585	16,954	1634,587	30,418	115,688
E0900-45	TALLO Y HOJAS	T6R1P1	30,21	64,90	28,97	92,99	7,01	2,94	0,531	0,722	0,109	0,039	0,580	10,964	648,393	30,401	97,683
E0900-42	TALLO Y HOJAS	T6R3P3	58,05	41,95	17,02	91,31	8,69	2,94	0,558	0,705	0,109	0,042	0,590	16,500	828,000	33,500	153,000
E0900-43	TALLO Y HOJAS	T7R1P3	59,84	40,16	15,59	94,47	5,53	3,21	0,395	0,638	0,110	0,051	0,596	12,959	1555,522	37,879	239,733
E0900-55	TALLO Y HOJAS	T7R2P6	29,72	64,22	21,24	91,37	8,63	2,15	0,402	0,722	0,110	0,053	0,561	5,962	400,457	14,905	47,697
E0900-46	TALLO Y HOJAS	T8R2P2	28,15	63,95	28,55	89,01	10,99	1,56	0,489	0,766	0,112	0,045	0,487	8,455	2533,075	34,815	181,040
E0900-34	TALLO Y HOJAS	T8R2P4	57,25	42,75	22,45	94,44	5,56	2,23	0,347	0,725	0,109	0,031	0,472	13,472	1512,324	25,946	164,654
E0900-52	TALLO Y HOJAS	T9R2P1	34,62	59,69	25,38	91,29	8,71	1,80	0,374	0,766	0,113	0,038	0,554	13,982	960,252	28,962	127,834
E0900-56	TALLO Y HOJAS	T9R1P6	38,70	56,30	20,11	91,83	8,17	2,28	0,437	0,700	0,113	0,091	0,598	16,490	856,986	23,986	78,953
E0900-29	TALLO Y HOJAS	T10R1P1	58,07	41,93	11,01	91,79	8,21	4,54	0,51	0,72	0,11	0,11	0,60	35,88	1504,96	32,39	154,98
E0900-38	TALLO Y HOJAS	T10R1P4	65,02	34,98	14,20	98,46	1,54	3,52	0,349	0,696	0,105	0,043	0,594	10,965	731,160	44,856	585,128
E0900-35	TALLO Y HOJAS	T11R2P6	59,25	40,75	15,16	93,27	6,73	3,30	0,490	0,804	0,117	0,098	0,599	20,924	563,443	25,407	85,189
E0900-36	TALLO Y HOJAS	T11R1P6	62,11	37,89	13,53	92,75	7,25	3,70	0,450	0,798	0,116	0,035	0,621	14,975	622,442	29,450	102,825
E0900-30	TALLO Y HOJAS	T12R3P2	62,54	37,46	12,39	92,23	7,77	4,59	0,589	0,674	0,108	0,064	0,649	13,474	917,257	32,400	66,873
E0900-51	TALLO Y HOJAS	T12R1P2	32,47	63,08	26,82	93,41	6,59	4,05	0,459	0,551	0,102	0,025	0,569	14,992	492,229	59,806	270,851
E0900-33	TALLO Y HOJAS	T13R1P5	32,47	63,08	26,82	93,41	6,59	1,77	0,282	0,738	0,110	0,039	0,527	11,969	1166,467	24,935	111,710
E0900-44	TALLO Y HOJAS	T13R2P5	51,71	48,29	25,36	83,72	16,28	1,97	0,291	0,634	0,073	0,027	0,461	15,379	304,098	18,355	34,230
E0900-48	TALLO Y HOJAS	T14R2P2	29,63	65,07	30,58	92,47	7,53	1,51	0,254	0,513	0,088	0,042	0,540	16,972	2415,514	15,942	395,847
E0900-49	TALLO Y HOJAS	T14R1P5	35,02	61,48	28,89	94,62	5,38	1,64	0,251	0,559	0,097	0,035	0,529	12,473	267,425	36,788	328,793

MUESTREO POR EL SOLICITANTE  
 RECIBO N° 00658258  
 Tingo María 10 de setiembre 2022


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
 Tingo María

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



Figura 32. Análisis especial del contenido de macro y micronutrientes de hojas y ramas.

## ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:			MALLQUI MEDRANO GRACIELA PAMELA																
DATOS DE LA MUESTRA			RESULTADOS EN BASE					RESULTADOS EN BASE SECA											
Código	Tipo	Código del usuario	Humedad Hd (%)	Materia Seca (%)	C/N	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm		
E0900-3	RAIZ	T1	64,24	25,68	10,42	71,81	28,19	3,44	0,418	0,557	0,105	0,066	0,516	7,997	4814,315	50,482	454,341		
E0900-22	RAIZ	T1	57,71	42,29	15,10	93,12	6,88	3,31	0,270	0,482	0,092	0,122	0,517	0,000	2253,577	47,365	232,338		
E0900-11	RAIZ	T2	64,08	26,86	9,59	74,79	25,21	3,90	0,298	0,497	0,687	0,011	1,289	8,170	27,310	24,500	17,140		
E0900-26	RAIZ	T2	64,93	35,07	13,62	90,74	9,26	3,67	0,243	0,586	0,099	0,112	0,448	27,888	2591,633	22,908	107,570		
E0900-4	RAIZ	T3	26,04	61,33	24,89	82,92	17,08	1,67	0,325	0,645	0,111	0,112	0,494	23,982	3872,096	42,468	233,325		
E0900-19	RAIZ	T3	59,15	35,22	15,72	86,22	13,79	2,74	0,227	0,438	0,679	0,012	1,273	8,990	26,120	24,500	17,010		
E0900-25	RAIZ	T4	58,67	41,33	19,42	79,83	20,17	2,57	0,570	0,557	0,103	0,097	0,484	22,357	3407,194	38,255	136,129		
E0900-9	RAIZ	T4	57,71	36,86	14,96	87,15	12,85	2,91	0,385	0,567	0,587	0,007	1,171	8,320	25,750	40,000	15,450		
E0900-12	RAIZ	T5	63,84	29,30	11,37	81,01	18,99	3,56	0,385	0,535	0,614	0,009	1,234	7,140	26,790	44,000	16,880		
E0900-13	RAIZ	T5	64,94	24,63	10,47	70,27	29,73	3,35	0,353	0,641	0,521	0,008	1,090	8,180	24,690	51,500	16,020		
E0900-17	RAIZ	T6	60,99	32,31	11,54	82,82	17,18	3,59	0,683	0,686	0,539	0,007	1,046	8,430	25,360	50,500	15,740		
E0900-14	RAIZ	T6	58,05	30,13	14,95	71,84	28,16	3,59	0,413	0,532	0,704	0,015	1,364	8,650	28,780	44,000	18,360		
E0900-15	RAIZ	T7	59,84	37,10	15,06	92,39	7,61	3,07	0,456	0,372	0,698	0,010	1,298	8,530	27,930	24,000	17,680		
E0900-27	RAIZ	T7	65,48	34,52	14,68	91,92	8,08	3,41	0,573	0,537	0,099	0,102	0,480	14,404	2222,222	23,841	142,055		
E0900-18	RAIZ	T8	64,46	32,82	15,42	92,35	7,65	2,99	0,347	0,541	0,723	0,014	1,301	9,570	26,450	17,000	18,790		
E0900-6	RAIZ	T8	23,78	68,25	32,07	89,54	10,46	1,40	0,316	0,496	0,103	0,043	0,365	27,365	3363,351	63,187	133,340		
E0900-28	RAIZ	T9	65,02	34,98	16,44	93,87	6,13	3,04	0,494	0,562	0,098	0,104	0,502	13,992	1523,586	23,486	103,438		
E0900-24	RAIZ	T9	65,02	34,98	14,87	72,00	28,00	3,36	0,409	0,640	0,113	0,065	0,515	19,444	5688,503	62,319	370,426		
E0900-1	RAIZ	T10	58,07	33,66	12,52	80,29	19,71	3,21	0,363	0,730	0,116	0,129	0,453	29,957	4792,551	52,424	173,498		
E0900-10	RAIZ	T10	65,02	29,88	11,12	85,42	14,58	3,84	0,328	0,472	0,712	0,016	1,385	8,540	28,960	41,000	18,240		
E0900-7	RAIZ	T11	59,25	32,72	13,91	80,29	19,71	2,89	0,602	0,630	0,114	0,074	0,484	40,877	4347,956	53,340	309,073		
E0900-8	RAIZ	T11	62,11	30,03	12,77	79,25	20,75	3,10	0,450	0,631	0,111	0,085	0,453	18,968	4304,682	53,908	240,591		
E0900-2	RAIZ	T12	63,38	30,80	13,75	84,11	15,89	3,06	0,351	0,416	0,100	0,072	0,461	17,010	4996,273	39,259	262,883		
E0900-23	RAIZ	T12	62,20	37,80	14,68	88,79	11,21	3,41	0,399	0,441	0,081	0,080	0,376	22,493	4157,929	27,332	137,653		
E0900-5	RAIZ	T13	39,09	48,14	25,29	79,04	20,96	1,56	0,355	0,665	0,116	0,056	0,476	34,923	5102,275	53,881	333,766		
E0900-16	RAIZ	T13	51,71	43,89	32,65	90,88	9,12	1,39	0,266	0,749	0,601	0,009	1,211	8,310	25,460	35,500	16,390		
E0900-20	RAIZ	T14	47,08	48,71	25,58	92,03	7,97	1,80	0,254	0,325	0,598	0,008	1,225	8,740	25,980	27,500	16,690		
E0900-21	RAIZ	T14	46,96	53,04	26,31	90,33	9,67	2,30	0,337	0,452	0,087	0,046	0,535	13,430	3043,175	34,322	291,982		

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE  
 RECIBO N° 00658258  
 Tingo María 10 de setiembre 2022


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
 Tingo María

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



Figura 33. Análisis especial del contenido de macro y micronutrientes de la raíz.



**DATOS CLIMATOLÓGICOS DE LA ESTACIÓN PRINCIPAL DE TINGO MARÍA (CP)**

UBICACIÓN: POLÍTICA - Región.: HUÁNUCO Prov.: LEONCIO PRADO Dist.: RUPA RUPA  
 GEOGRÁFICA: Lat.: 9° 18' 36.6" S. Long.: 76° 0' 1.8" W. Alt.: 657 msnm.

REGISTRO MENSUAL DE LAS VARIABLES CLIMATOLÓGICAS - PERIODO: FEBRERO ó SETIEMBRE - 2022

MESES	TEMPERATURA DEL AIRE (°C)			HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE (%)	PRECIPITACIÓN (mm)
	Máxima	Minima	Media		
FEBRERO	29.18	20.57	24.88	85.38	508.60
MARZO	29.62	20.76	25.19	84.71	384.50
ABRIL	30.65	21.08	25.87	83.23	281.10
MAYO	30.07	20.65	25.36	83.51	270.00
JUNIO	29.76	19.03	24.40	82.09	105.00
JULIO	31.16	20.38	25.77	80.54	134.50
AGOSTO	30.58	19.49	25.04	80.51	164.10
SETIEMBRE	31.99	20.46	26.23	77.79	162.70

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
 GABINETE DE METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

Ing. M.Sc. Erle Bustamante Scaglioni  
 JEFE DEL GABINETE  
 METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

**Figura 34.** Datos climatológicos de la estación principal de Tingo María (CP)



**Figura 35.** Visita de Jurado Ing. Carlos Miguel Miranda Armas y Asesor M. Sc. Jaime J. Chávez Matías.