

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

Efecto de la aplicación de tres dosis de ácido giberélico en la germinación de
semillas de palto (*Persea americana*) en vivero

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

AUTORES:

Bach. Cervera Rosales, Jose Alonso

Bach. Castro Chang, Yahel Mariam

ASESOR:

Ms. Aquino Minchán, Wilmer

Código ORCID: 0000-0002-2624-1174

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

Revisado y V.º B.º de

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Wilmer Aquino Minchán', is written over a horizontal line.

Ms. Aquino Minchán, Wilmer

DNI: 26602902

Código ORCID: 0000-0002-2624-1174

ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

Revisado y V.º B.º de

Ms. Pérez Cotrina, José Ismael

DNI: 27540418

Código ORCID: 0000-0002-3426-5360

PRESIDENTE

Ms. Lázaro Rodríguez, Walver Keiser

DNI: 40320788

Código ORCID: 0000-0002-2626-5010

SECRETARIO

Ms. Aquino Minchán, Wilmer

DNI: 26602902

Código ORCID: 0000-0002-2624-1174

INTEGRANTE

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 13 días del mes de Agosto del año dos mil veinticuatro, siendo las 07.00 pm. en el auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma-FI-UNS, campus II, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución .N° 259-2024-UNS-CFI, integrado por los docentes: **Ms. Jose Perez Cotrina (Presidente)**, **Ms. Walver Lazaro Rodriguez (Secretario)** y **Ms. Wilmer Aquino Minchan (Integrante)** y, de Expedito según T.Resolución Decanal N° 439-2024-UNS-FI, para la sustentación de la Tesis intitulada **“Efecto de la aplicación de tres dosis de Acido Giberilico en la germinación de semillas de palto (*Persea americana*) en vivo”**, perteneciente a las bachilleres: **Cervera Rosales José Alonso**, con código de matrícula N° 0201715009 y **Castro Chang Yahel Mariam**, con código de matrícula N°. 0201515046, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma, quien es asesorado por el docente: **Ms. Wilmer Aquino Minchan (R.D. N° 327-2023-UNS-FI)**.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, vigente, declaran aprobar:

| BACHILLER | PROMEDIO VIGESIMAL | PONDERACIÓN |
|-----------------------------|--------------------|-------------|
| CERVERA ROSALES JOSE ALONSO | 16 | Regular |
| CASTRO CHANG YAHIEL MARIAM | 16 | Regular. |

Siendo las 9:00 pm del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 13 de Agosto de 2024

| | | |
|---|---|---|
|  <hr/> Ms. José Ismael Pérez Cotrina PRESIDENTE |  <hr/> Ms. Walver Rejser Lázaro Rodríguez SECRETARIO |  <hr/> Ms. Wilmer Aquino Minchán INTEGRANTE |
|---|---|---|



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

| | |
|------------------------------|---|
| Autor de la entrega: | Cervera Rosales Jose & Castro Chang Yahel |
| Título del ejercicio: | Quick Submit |
| Título de la entrega: | Efecto de la aplicación de tres dosis de ácido giberélico en l... |
| Nombre del archivo: | Informe_de_tesis_Castro_y_Cervera.pdf |
| Tamaño del archivo: | 4.44M |
| Total páginas: | 133 |
| Total de palabras: | 26,187 |
| Total de caracteres: | 117,202 |
| Fecha de entrega: | 08-may.-2024 08:02a. m. (UTC+0800) |
| Identificador de la entre... | 2373732698 |



Efecto de la aplicación de tres dosis de ácido giberélico en la germinación de semillas de palto (*Persea americana*) en vivero

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unjfsc.edu.pe

Fuente de Internet

3%

2

repositorio.utmachala.edu.ec

Fuente de Internet

1%

3

repositorio.utc.edu.ec

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.unheval.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

dspace.esPOCH.edu.ec

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.ujcm.edu.pe

Fuente de Internet

1%

7

dspace.unl.edu.ec

Fuente de Internet

1%

8

es.slideshare.net

Fuente de Internet

1%

DEDICATORIA

Lo dedico a Dios, por ser mi guía y luz en mi camino.

A mis padres José y Asunciona, mis hermanos Andy y Nathalie, sobrinos y amigos que contribuyeron de manera fundamental en mi desarrollo personal y profesional.

A mis abuelos por darme a conocer el mundo de la agricultura desde muy pequeño, siendo mis guías.

Cervera Rosales Jose Alonso

En primer lugar, este trabajo se lo dedico a Dios, quién es el que guía mis pasos y me da fortaleza para seguir esforzándome día a día.

En segundo lugar, se lo dedico a mis padres Luciano y Milagros, que son el motor que me impulsa a superarme cada día.

A mi hermana Daniela, quién es una compañera y me apoya siempre que la he necesitado.

Castro Chang Yahel Mariam

AGRADECIMIENTO

A nuestros padres, quiénes han sido los que nos han apoyado siempre para tener una buena educación y ser personas de bien.

A la Universidad Nacional del Santa quién nos dio a unos buenos amigos, quiénes hicieron que la etapa universitaria fuera una experiencia inolvidable y bonita.

A nuestro compañero Edwin Loli, porque siempre estuvo dispuesto a resolver nuestras dudas en la elaboración del trabajo de investigación.

A nuestros profesores que nos impartieron todos sus conocimientos y experiencias para lograr una buena formación académica.

Al Ing. Juan Cerna Espinoza director de SEDIR (Servicio para el Desarrollo Integral Rural) por habernos facilitado un lugar para desarrollar nuestra investigación.

Al ing. Wilmer Aquino Minchán por su asesoría y apoyo para el desarrollo de nuestra tesis.

ÍNDICE

| | |
|--|------|
| DEDICATORIA | vii |
| AGRADECIMIENTO | viii |
| ÍNDICE | ix |
| LISTA DE TABLAS | xi |
| LISTA DE FIGURAS | xiii |
| LISTA DE ANEXOS | xiv |
| RESUMEN | xv |
| ABSTRACT | xvi |
| I. INTRODUCCIÓN | 17 |
| 1.1. Planteamiento del problema | 17 |
| 1.2. Objetivos | 18 |
| 1.3. Formulación de la hipótesis | 19 |
| 1.4. Justificación e importancia | 19 |
| II. MARCO TEÓRICO | 20 |
| 2.1. Antecedentes | 20 |
| 2.2. Marco conceptual | 24 |
| 2.2.1. Origen y distribución del palto | 24 |
| 2.2.2. Clasificación taxonómica del palto | 26 |
| 2.2.3. Descripción botánica del palto | 26 |
| 2.2.4. Fenología del palto | 29 |
| 2.2.5. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de palto | 30 |
| 2.2.6. Razas y variedades de palto | 32 |
| 2.2.7. Propagación de plantas | 35 |
| 2.2.8. Vivero | 35 |
| 2.2.9. Germinación | 40 |
| 2.2.10. Fitohormonas | 42 |
| 2.2.11. Efecto de las giberelinas sobre la germinación | 47 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | 48 |
| 3.1. Ubicación del experimento | 48 |
| 3.2. Recursos | 49 |
| 3.2.1. Personal | 49 |
| 3.2.2. Equipos | 49 |

| | |
|---|-----|
| 3.2.3. Materiales | 49 |
| 3.2.4. Materiales biológicos | 50 |
| 3.2.5. Insumos | 50 |
| 3.2.6. Servicios | 50 |
| 3.3. Variables de la investigación | 51 |
| 3.3.1. Tratamientos | 52 |
| 3.3.2. Cuadro de los tratamientos y campo experimental | 53 |
| 3.3.3. Codificación de factores | 53 |
| 3.4. Datos climatológicos | 54 |
| 3.5. Diseño experimental | 55 |
| 3.5.1. Croquis del diseño experimental | 56 |
| 3.6. Población y muestra | 57 |
| 3.6.1. Población del estudio | 57 |
| 3.6.2. Muestra de estudio | 57 |
| 3.7. Parámetros evaluados | 58 |
| 3.7.1. Conducción de la investigación | 58 |
| 3.7.2. Parámetros | 64 |
| 3.7.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 65 |
| 3.7.4. Procedimientos de la recolección de datos | 66 |
| 3.7.5. Técnicas de procedimiento y análisis de resultados | 67 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 69 |
| 4.1. Resultados | 69 |
| 4.2. Discusión | 96 |
| V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 101 |
| 5.1. Conclusiones | 101 |
| 5.2. Recomendaciones | 102 |
| VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES | 103 |
| VII. ANEXOS | 111 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| 1: Tratamientos a estudiar | 52 |
| 2: Tamaño de muestra | 52 |
| 3: Distribución de tratamientos por repeticiones | 53 |
| 4: Temperatura máxima y mínima dentro del periodo de ejecución | 54 |
| 5: Dosificación de ácido giberélico por tratamiento | 61 |
| 6: Esquema ANOVA del diseño estadístico completamente al azar con arreglo factorial | 68 |
| 7: Porcentaje de germinación después de la siembra | 69 |
| 8: Análisis de varianza a los 25 días después de la siembra | 70 |
| 9: Análisis de varianza a los 50 días después de la siembra del porcentaje de germinación | 71 |
| 10: Prueba Tukey a los 25 días para las dosis en el porcentaje de germinación | 72 |
| 11: Prueba Tukey a los 50 días para las dosis en el porcentaje de germinación | 72 |
| 12: Prueba Tukey a los 25 días para los tratamientos en el porcentaje de germinación | 73 |
| 13: Prueba Tukey a los 50 días para los tratamientos en el porcentaje de germinación | 74 |
| 14: Altura de planta a los 20 días después de la emergencia | 75 |
| 15: Análisis de varianza a los 20 días después de la emergencia | 76 |
| 16: Análisis de varianza a los 35 días después de la emergencia | 77 |
| 17: Análisis de varianza a los 50 días después de la emergencia | 78 |
| 18: Prueba Tukey a los 20 días para las dosis en la altura de planta | 79 |
| 19: Prueba Tukey a los 35 días de la altura de planta | 80 |
| 20: Prueba Tukey a los 50 días para las dosis en la altura de planta | 80 |
| 21: Prueba Tukey a los 20 días para los tratamientos de la altura de planta | 81 |
| 22: Prueba Tukey a los 35 días de la altura de planta | 82 |
| 23: Prueba Tukey a los 50 días de los tratamientos en la altura de planta | 83 |
| 24: Diámetro de tallo después de la emergencia | 84 |
| 25: Análisis de varianza a los 20 días después de la emergencia | 85 |
| 26: Análisis de varianza a los 35 días después de la emergencia | 86 |
| 27: Análisis de varianza a los 50 días después de la emergencia | 87 |
| 28: Prueba Tukey a los 20 días de las dosis en el diámetro de tallo | 88 |
| 29: Prueba Tukey a los 35 días de las dosis en el diámetro de tallo | 89 |
| 30: Prueba Tukey a los 50 días de las dosis en el diámetro de tallo | 89 |
| 31: Prueba Tukey a los 20 días de los tratamientos en el diámetro de tallo | 90 |
| 32: Prueba Tukey a los 35 días de los tratamientos en el diámetro de tallo | 91 |

| | |
|--|----|
| 33: Prueba Tukey a los 50 días de los tratamientos en el diámetro de tallo | 92 |
| 34: Longitud radicular a los 100 días después de la siembra | 93 |
| 35: Análisis de varianza a los 100 días después de la siembra | 93 |
| 36: Prueba Tukey a los 100 días de las dosis en la longitud radicular | 94 |
| 37: Prueba Tukey a los 100 días de los tratamientos en la longitud radicular | 95 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| 1: Dispersión del palto | 25 |
| 2: Raíz de una planta de palto | 26 |
| 3: Tallo de un árbol de palto | 27 |
| 4: Flor del palto | 28 |
| 5: Ciclo fenológico del palto | 30 |
| 6: Centros de origen de las razas de palto | 33 |
| 7: Semilla de palto | 37 |
| 8: Auxinas | 43 |
| 9: Zeatina | 44 |
| 10: Giberelinas (GAs) | 45 |
| 11: Etileno | 45 |
| 12: Ácido abscísico (ABA) | 46 |
| 13: Localización del campo experimental | 48 |
| 14: Temperatura mensual máxima y mínima, 2023 – 2024 | 54 |
| 15: Croquis del experimento | 56 |
| 16: Recolección de palto Zutano | 58 |
| 17: Recolección de palto Mexicano | 58 |
| 18: Despulpado y piquete de las semillas de palto | 59 |
| 19: Desinfección de sustrato con fungicida | 60 |
| 20: Distribución e identificación del área experimental | 60 |
| 21: Pesado y dilución del ácido giberélico (AG3) | 62 |
| 22: Siembra de las semillas de palto zutano y mexicano | 62 |
| 23: Plagas encontradas en los plantines de palto | 64 |
| 24: Control etológico y químico de las plagas | 64 |
| 25: Gráfico del parámetro porcentaje de germinación | 74 |
| 26: Gráfico del parámetro altura de planta | 83 |
| 27: Gráfico del parámetro diámetro de tallo | 92 |
| 28: Gráfico del parámetro longitud de raíz | 96 |

LISTA DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| 1: Temperatura máxima y mínima de diciembre 2023 | 111 |
| 2: Temperatura máxima y mínima de enero 2024 | 112 |
| 3: Temperatura máxima y mínima de febrero 2024 | 113 |
| 4: Temperatura máxima y mínima de marzo 2024 | 114 |
| 5: Temperatura máxima y mínima de abril 2024 | 115 |
| 6: Ficha de evaluación del porcentaje de germinación | 116 |
| 7: Ficha de evaluación de altura de plántula | 117 |
| 8: Ficha de evaluación de diámetro de tallo. | 118 |
| 9: Ficha de evaluación de longitud de raíces | 119 |
| 10: Primera evaluación del porcentaje de germinación | 120 |
| 11: Segunda evaluación del porcentaje de germinación | 120 |
| 12: Primera evaluación de la altura de planta | 120 |
| 13: Segunda evaluación de la altura de planta | 121 |
| 14: Tercera evaluación de la altura de planta | 121 |
| 15: Primera evaluación de diámetro de tallo | 121 |
| 16: Segunda evaluación de diámetro de tallo | 122 |
| 17: Tercera evaluación de diámetro de tallo | 122 |
| 18: Evaluación de longitud de raíz | 122 |
| 19: Recolección de datos de longitud de raíz | 123 |
| 20: Ficha técnica de Pro-Gibb | 124 |
| 21: Análisis de suelo del sustrato (Anoba Lab, 2023) | 127 |

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo evaluar el efecto de la aplicación de tres dosis de ácido giberélico en la germinación de semillas de Palto en vivero, ubicado en el distrito de Moro. Los parámetros evaluados fueron: porcentaje de germinación, altura de plántula, diámetro de tallo y longitud de raíz. En cuanto a la metodología se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 4 con tres repeticiones. Se usó los siguientes tratamientos: T1 (semilla mexicana + Ácido Giberélico 0 mg L-1), T2 (semilla zutano + Ácido Giberélico 0 mg L-1), T3 (semilla mexicana + Ácido Giberélico 1000 mg L-1), T4 (semilla mexicana + Ácido Giberélico 2000 mg L-1), T5 (semilla mexicana + Ácido Giberélico 3000 mg L-1), T6 (semilla zutano + Ácido Giberélico 1000 mg L-1), T7 (semilla zutano + Ácido Giberélico 2000 mg L-1) y T8 (semilla zutano + Ácido Giberélico 3000 mg L-1). Según los resultados obtenidos concluimos que, el mejor tratamiento fue T7 (semilla zutano + Ácido Giberélico 2000 mg L-1) porque tuvo un efecto significativo en el porcentaje de germinación (90%), altura de planta (51 cm) y el diámetro de tallo (7,77 mm).

Palabras clave: Ácido giberélico, dosis, germinación y *Persea americana*

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of applying three doses of gibberellic acid on the germination of avocado seeds in a nursery located in the district of Moro. The parameters evaluated were: germination percentage, seedling height, stem diameter and root length. As for the methodology, a completely randomized design with a 2 x 4 factorial arrangement with three replications was used. The following treatments were used: T1 (mexicano seed + Gibberellic Acid 0 mg L⁻¹), T2 (zutano seed + Gibberellic Acid 0 mg L⁻¹), T3 (mexicano seed + Gibberellic Acid 1000 mg L⁻¹), T4 (mexicano seed + Gibberellic Acid 2000 mg L⁻¹), T5 (mexican seed + Gibberellic Acid 3000 mg L⁻¹), T6 (zutano seed + Gibberellic Acid 1000 mg L⁻¹), T7 (zutano seed + Gibberellic Acid 2000 mg L⁻¹) and T8 (zutano seed + Gibberellic Acid 3000 mg L⁻¹). According to the results obtained, we conclude that the best treatment was T7 (zutano seed + Gibberellic Acid 2000 mg L⁻¹) because it had a significant effect on the germination percentage (90%), plant height (51 cm) and stem diameter (7.77 mm).

Keywords: Gibberellic acid, dose, germination and *Persea Americana*

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Jácobo (2021) indica que el cultivo de palto va de la mano con la exportación. Dependiendo de la región donde se siembran paltos, el manejo agronómico es variable, así como la producción en vivero, el tiempo de germinación, desarrollo e injerto también cambian. Los viveros tienen como objetivo producir plantas de calidad, que no presenten signos de enfermedades ni daños de plagas, en el menor tiempo posible y evitando generar descartes. Debido a que la propagación comercial de plantones de palto en nuestro país es por semilla botánica, esto trae consigo problemas: con la madurez fisiológica de las semillas (poder germinativo) y calidad de la semilla. Por estos motivos, se hizo relevante la implementación de métodos que aceleren la germinación de la semilla, como: remojar semillas con fitohormona (ácido giberélico), exponer las semillas a distintas temperaturas, entre otros métodos. Por ello tener el conocimiento de los procesos que se necesitan para producir un plantón de palto es de suma importancia.

ANDINA (2019) asegura que: “En el distrito de Moro existen más de 2,000 hectáreas de cultivos de palta, de las variedades Hass y Fuerte que provienen de plantones injertados con patrones Zutano y Mexicano”.

SEDIR (2021) afirma que la calidad de la producción de su vivero ubicado en Moro, se evidencia en que más del 95 % de las semillas de palto que se produjeron, fueron consideradas como aptas para el desarrollo agrícola, en la actualidad la calidad de producción a disminuido por factores climáticos que retrasan los procesos fisiológicos de las semillas, llegando a un 80% de su producción.

En el vivero de SEDIR, producen plantones de palto por propagación sexual. Pero en dicho vivero no se emplea ningún producto para acelerar el proceso de germinación, es por esto que tiene el problema con las semillas. Asimismo, tienen una pérdida por descarte de 20 % antes de la siembra. En semillas de palto mexicano el descarte llegó a 8%, mientras que en semillas de palto zutano el descarte alcanzó 12% debido a: daño mecánico, pudrición, semilla pequeña y malformación.

El tiempo que se emplea para producir sus plantones oscila entre los 5 a 6 meses. Es por esta razón que, en la búsqueda de alternativas para reducir el periodo de producción de plantones y aumentar el porcentaje de germinación, nos planteamos la siguiente problemática: *¿Cuál será el efecto de la aplicación de tres dosis de ácido giberélico en la germinación de semillas de palto (*Persea americana*) en vivero?*

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de la aplicación de tres dosis de ácido giberélico en la germinación de semillas de Palto (*Persea americana*) en vivero.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la aplicación de tres dosis de ácido giberélico en el porcentaje de germinación de semillas de Palto (*Persea americana*) en vivero.
- Evaluar el efecto de la aplicación de tres dosis de ácido giberélico en la altura de planta de Palto (*Persea americana*) en vivero.
- Evaluar el efecto de la aplicación de tres dosis de ácido giberélico en el diámetro de tallo de Palto (*Persea americana*) en vivero.
- Evaluar el efecto de la aplicación de tres dosis de ácido giberélico en la longitud de raíz de Palto (*Persea americana*) en vivero.

1.3. Formulación de hipótesis

El ácido giberélico influye en la germinación de semillas de palto (*Persea americana*) en vivero.

1.4. Justificación e importancia de la investigación

Squeo y Cardemil (2007) afirman que las fitohormonas más importantes son las auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno y el ácido abscísico. Asimismo, Perea et al. (2009) fundamentan que las giberelinas promueven la división celular, la elongación de los tallos e incrementa la plasticidad de la pared celular. También influyen en la floración, y participan en el rompimiento de la dormancia y germinación de las semillas de algunas especies (p.19).

El motivo de esta investigación se justifica en que se propone una alternativa para reducir el porcentaje de mortalidad y por ende aumentar el porcentaje de germinación de semillas de palto mexicano y zutano, para esto se pensó en emplear como método innovador el uso ácido giberélico para acelerar el proceso germinativo.

Los resultados obtenidos de este proyecto serán importantes porque permitirán determinar el efecto de la aplicación de ácido giberélico en semillas de palto, buscando de esta forma, la dosis adecuada de ácido giberélico que ayude a obtener plantones con buen porcentaje de germinación y uniformidad de crecimiento de las raíces en corto plazo, reduciendo de esta manera el porcentaje de mortalidad de las plántulas, buen diámetro de tallo y altura de planta. Asimismo, estos resultados servirán a otros investigadores para el desarrollo de proyectos similares empleando ácido giberélico en germinación de semillas de palto. Finalmente, se podrán plantear nuevas hipótesis relacionadas a este tema.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas

2.1.1. Antecedentes

Para Barreto y Calzado (2019), en un trabajo de investigación titulado “Uso de ácido giberélico en la germinación de semillas de tres patrones de palto (*Persea americana* Mill) en condiciones de vivero”, investigaron dos factores determinados por un diseño completamente al azar: tipo de patrón (Zutano, mexicana y Topa topa) y la concentración de ácido giberélico (0, 500, 1000, 1500 y 2000 mg L⁻¹ de AG3), resultando una diferencia significativa cuando se consideran las siguientes variables: Días de germinación, las concentraciones 1500 y 2000 mg L⁻¹ de AG3 afectaron a las semillas de los patrones Zutano, Mexicano y Topa Topa. A los 70 y 90 días, Zutano destacaba con 24,77 cm y 32,99 cm. A los 50 días, 70 días y 90 días, el número promedio de emergencia de hojas fue de 4,78, 6,11 y 7,56 para concentración de AG3 2000mg L⁻¹. Para diámetro de tallo y peso de aire fresco también se observó un patrón llamativo para Zutano a los 70 y 90 días post siembra, con valores de 0,51, 0,59 mm y 19,8 g. Se puede concluir que las concentraciones más altas (2000 y 1500 mg L⁻¹ de AG3) dieron como resultado la germinación más temprana a los 16-30 días después de la siembra y que germinaron más semillas de los cultivares Topa Topa, Zutano y Mexicano.

De igual manera, Mauricio, Pérez y Tacuche (2016) en su trabajo de investigación, "Efecto de la aplicación de ácido giberélico en la germinación de variedades de palto (*Persea americana* mill.) en condiciones de vivero del instituto de investigación frutícola Olerícola - Unheval - Cayhuayna - Huánuco - 2016", se detalla los tratamientos de palto Duke 7 (A1), Bacon (A2) y Mexicano (A3), dosis de ácido giberélico 0 ppm (B0), 200 ppm (B1) 400 ppm (B2) y 600 ppm (B3), mediante Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial 3x4x3. Como resultado para el porcentaje de germinación, el cultivar de aguacate Bacon 400 ppm logró un 97,25 % de germinación a los 15 DDS (días a la siembra) y los otros cultivares

de interacción lograron una germinación entre 95 y 100 % a los 21 DDS. Concluimos que el desarrollo de raíces, la variedad Bacon y la dosis de 400 ppm fueron las que mejor se comportaron en cuanto a longitud, volumen y peso de raíz a los 10, 20 y 30 DDG (días a la germinación).

Para Lindo, La torre y Lujan (2017), “Efecto de la temperatura y el ácido giberélico en la germinación de semillas de *Caesalpinia spinosa* (Tara)”, el objetivo de este estudio fue evaluar la germinación de *C. spinosa* a dos temperaturas (85 y 53 °C) (evaluación del suelo) y dos concentraciones de ácido giberélico (AG3) (0,5 y 1 ppm) (evaluación in vitro). Se utilizaron semillas recolectadas en la localidad de Pisco en Ica, Perú. Se observó un aumento general de la germinación del 93,3 % tanto a 53 °C como a 85 °C en la evaluación del suelo, mientras que la evaluación in vitro fue del 70 % con 0,5 ppm de AG3 y del 100 % con 1 ppm de AG3. Se concluyó que el tratamiento térmico (53 y 85 °C) durante 24–48 horas y la inmersión en 1 ppm AG3 mejoró la germinación.

Para Hernández, Pineda y Díaz (2019) en su trabajo de investigación titulado "Efecto de la luz y del ácido giberélico en la germinación in vitro de *Capsicum annuum* L. cv. ‘Papri King’” Las semillas se desinfectaron con alcohol al 70% durante 1 minuto seguido de hipoclorito de sodio (0,5, 1,0, 1,5 y 2,0%) durante 10 minutos. Estos se pusieron en medio MS y se dejaron germinar. Se diseñaron tratamientos con la adición de ácido giberélico (AG3) (0,25, 0,5, 1,0 mg/L) y un fotoperíodo de 16 horas luz u oscuridad. Se evaluaron las tasas de contaminación y germinación a las 1 y 4 semanas in vitro, y se midió la altura de las plántulas (cm). De esto se puede concluir que la mayor tasa de germinación (97,8%) se logró con 1 mg/L de ácido giberélico y un fotoperíodo de 16 horas luz.

De manera similar, López (2018) utilizó un diseño de bloques completos al azar en su tesis titulado “Efecto de concentración de ácido giberélico en la germinación y crecimiento de plántulas de papaya (*Carica papaya* L.), bajo condiciones de vivero”, los tratamientos probados

fueron 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm y 250 ppm. Los resultados fueron los siguientes:

a) El ácido giberélico acelera el proceso de germinación de semillas de papaya. b) El ácido giberélico a una concentración de 200 ppm dio los mejores resultados en cuanto a días y tasa de germinación, con 12,75 plantas por día con mayor germinación a los 8 días. c) La concentración de 200 ppm fue máxima a una altura de planta de 36,44 cm, un diámetro de tallo de 10,22 mm, una tasa de crecimiento de 4,58 cm y 12 hojas. d) Las dosis más altas de concentración de ácido giberélico dieron mejores resultados para los diferentes parámetros estudiados.

Gamarra (2015) en su trabajo de investigación titulado “Efecto de cuatro sustratos orgánicos y tres concentraciones de ácido giberélico en la propagación de plantines de Chía (*Salvia hispanica*)” las variables de sustrato evaluadas en el estudio fueron: S1 (grava de turba), S2 (grava de hummus de lombriz), S3 (grava de compost) y S4 (grava de musgo). Además, se consideraron los siguientes factores al remojar las semillas de chía: A1 (Sin ácido giberélico), A2 (100 ppm) y A3 (200 ppm). Sus interacciones produjeron 12 tratamientos distribuidos en un diseño DCA utilizando un arreglo factorial de 4 x 3 distribuido en 3 repeticiones. Las tendencias resultantes muestran que las plántulas de esta interacción son de tamaño mediano, pero tienen un buen desarrollo de raíces y tallos fuertes. En la propagación de semillas de chía esta interacción alcanzó el 95,6% y acumulándose las plántulas después del repique al 100%.

López et al. (2019), en su trabajo de investigación denominado “Efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de *Moringa oleifera* Lam ‘moringa’”, se realizó un diseño con 3 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos consistieron en tres concentraciones (0,00, 35,00 y 70,00 ppm) de ácido giberélico. En el experimento se evaluaron la germinación de las semillas. El testigo obtuvo un 60% de germinación, mientras que las concentraciones de 35,00 y 70,00 ppm obtuvieron 56% y 26,7% respectivamente. Esto muestra

que el ácido giberélico en las concentraciones trabajadas no ejerce ningún estímulo en la germinación de semillas de *Moringa oleífera* Lam. “Moringa”.

Por su parte Vargas et al. (2022), en su trabajo de investigación denominado “Efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de dos variedades de pitahaya”, se realizó un diseño completamente al azar, con 8 tratamientos y 6 repeticiones. Los tratamientos consistieron en seis concentraciones (150, 300, 450, 600, 750 y 900 ppm) de AG3, además de dos testigos (semilla sin mucílago y con mucílago), en dos variedades de pitahaya: solferina (*Hylocereus sp.*) y blanca (*H. undatus*). En el experimento se evaluaron la emergencia (inicio, 50 % de emergencia y porcentaje total) y la altura de planta (21, 42 y 63 días). La pitahaya solferina obtuvo una mayor emergencia (91%) con 600 ppm de AG3, las semillas de la variedad blanca emergieron mejor sin AG3 (88,3%). La mejor altura de plántula para la variedad blanca fue de 13,5 mm y para la variedad solferina de 12,3 mm, ambas en la concentración de 600 ppm de AG3.

Seguidamente Castro y Valencia (2021), en su trabajo de investigación denominado “Efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de pastos naturales - Huancavelica”, se realizó un diseño completamente al azar factorial 4*3 y 4 repeticiones. Los tratamientos consistieron en cuatro concentraciones (0, 300, 600 y 900 ppm) de ácido giberélico, en las semillas de tres especies de pastos naturales (*Festuca dolichophylla*, *Calamagrostis vicunarum* y *Calamagrostis rigescens*). En el experimento se evaluaron el porcentaje de germinación, tiempo de germinación y poder germinativo de las semillas. Los porcentajes de germinación fueron 68,33%; 65,75 %; 64,83% y 63,75 % para las concentraciones de 900; 0; 300 y 600 ppm de ácido giberélico respectivamente; sin presentar una diferencia significativa. Asimismo, las concentraciones de ácido giberélico no tuvieron un efecto significativo en el tiempo y poder germinativo de las semillas de pastos naturales seleccionados.

Según Cadillo (2022), en su trabajo de investigación “Efecto de Bioestimulantes en las características agronómicas del cultivo de Moringa (*Moringa oleífera*) bajo condiciones de vivero en Vegueta- Huaura”, utilizo: ácido giberélico, ácido fúlvico, mezclas (ácido giberélico + fúlvico), los tratamientos: 0,00 ppm, 100 ppm, 150 ppm y 200 ppm. Este diseño fue un enfoque experimental, cualitativo y cuantitativo con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones para cada producto. Los mejores resultados en cuanto a características morfológicas se obtuvieron con el tratamiento con ácido giberélico (alcanzado: 200 ppm y 150 ppm), estadísticamente superiores a los controles. Para el ácido fúlvico en comparación con los controles, la dosis fue de 150 ppm (llegando al 85% de las plantas, superando a otros tratamientos). Una mezcla de ácido fúlvico y ácido giberélico (100 ppm) superó los valores estadísticos hasta en un 20 % en comparación con los controles y todos los demás tratamientos. Como conclusiones las semillas tratadas con uno de los bioestimulantes probados se comportaron mejor que el testigo, de igual forma la mezcla de ácido fúlvico y ácido giberélico mostró mejores propiedades agronómicas en el cultivo.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Origen y distribución del palto

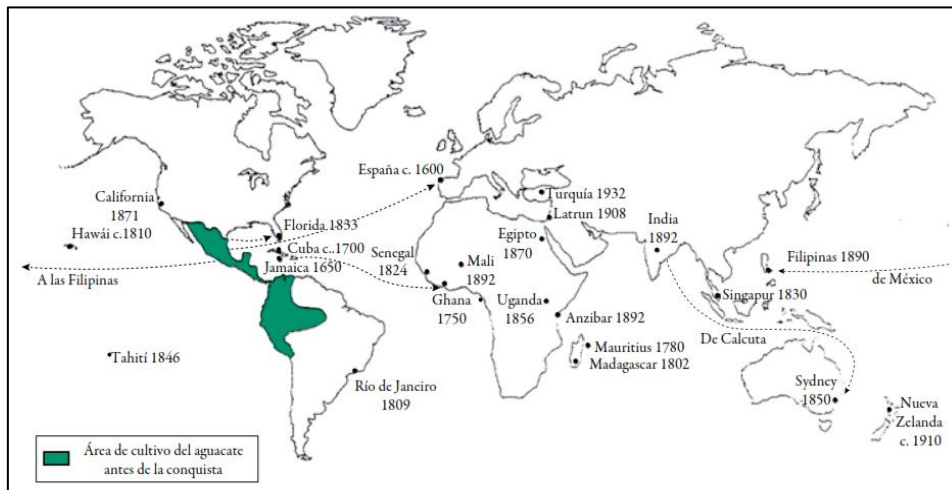
Campos et al. (2012) afirman que el palto es un árbol originario de las regiones tropicales y subtropicales que se extienden desde el sur de México hasta el norte de Sudamérica. Las evidencias más antiguas de esta planta datan de hace 10 000 años, en el valle de Tehuacán (Puebla, México) (p.9).

Para Alfonso (2008), el término aguacate se deriva del vocablo “ahuacatl” de origen náhuatl. El cultivo se extendió a varias zonas de Centroamérica y Sudamérica previo a la conquista. Asimismo, llegó a Europa por los españoles en el siglo XVI, con otros alimentos nuevos (papa, maíz y chocolate) (p.1).

Garbanzo (2011) menciona que los españoles también introdujeron el cultivo a las Antillas, Florida, California y la región sudamericana más lejanas. Esto propició mejoras genéticas en términos agronómicos y calidad (p.19).

Figura 1

Dispersión del palto



Nota: La figura muestra la dispersión del palto después de la conquista. Tomado de *Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate.* (p.80), por J. Bernal y C. Díaz, 2020.

2.2.2. Clasificación taxonómica del palto

Según Alfonso (2008), la clasificación taxonómica del palto (*Persea americana*) es:

Clase: *Dicotyledoneae*

Orden: *Laurales*

Familia: *Lauraceae*

Género: *Persea*

Especie: *americana* (Mill, 1768) (p.2).

2.2.3. Descripción botánica del palto

2.2.3.1. Raíz

Baíza (2003) sostiene que la raíz puede llegar a una profundidad de 1 a 1,5 m, además el sistema de raíces presenta un crecimiento horizontal. Debido a que tienen pocos pelos absorbentes, la asimilación de agua y nutrientes ocurre mediante los tejidos primarios de las puntas radiculares (p.9).

Tineo et al. (2018) argumentan que el sistema radicular es superficial y se ramifica lateralmente, el 65% de las raíces se encuentran a 30 cm de profundidad; y el 35% restante, entre 30 cm a 2,4 m de profundidad (p.18).

Figura 2

Raíz de una planta de palto



Nota: La figura muestra el sistema radicular de una planta de palto; *a.* Raíz pivotante con abundantes raicillas secundarias; *b.* Raíz de un árbol adulto. Tomado de *Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate.* (p.95), por J. Bernal y C. Díaz, 2020.

2.2.3.2. Tallo

Bernal y Díaz (2020) afirman que el tallo es un tronco cilíndrico, leñoso, ramificado, de corteza rugosa y con surcos longitudinales. La copa es de forma globosa y acampanada, con ramas muy extendidas (p.96).

Baíza (2003) sustenta que el árbol puede llegar hasta una altura de 20 m y un diámetro de 1,5 m. Las ramas son abundantes, delgadas, susceptibles a quemaduras de sol, heladas, al viento o la sobreproducción. Por ello, se recomienda cultivar variedades enanas y compactas, en lugares protegidos del viento (p.9).

Figura 3

Tallo de un árbol de palto



Nota: La figura muestra el tallo de un árbol adulto de palto. Tomado de *Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate*. (p.96), por J. Bernal y C. Díaz, 2020.

2.2.3.3. Hojas

Alfonso (2008) fundamenta que las hojas son simples, alternas, enteras, elípticas, oblongas y pecioladas, con nervios en forma de pato con inserciones en el pecíolo. Además, la hoja es pubescente y se torna lisa y coriácea en la madurez, con una superficie de color verde oscuro (p.3).

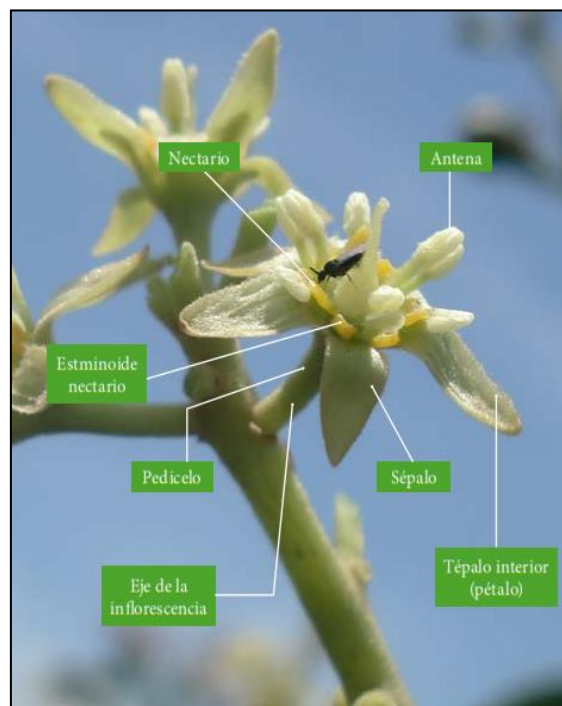
2.2.3.4. Inflorescencia y flor

Curzel et al. (2019) afirman que el palto posee una inflorescencia denominada panícula, que puede ser axilar o terminal. Cada inflorescencia llega a tener 200 flores. Las flores son perfectas, pequeñas (0,5 – 1,5 cm de diámetro al estar abiertas), de color amarillo verdoso y pubescentes (pp.15-17).

Según Pozo (2012), las flores presentan dicogamia, los órganos masculinos y femeninos maduran en diferentes momentos, por ello las variedades se clasifican en dos tipos A y B. Cada planta puede generar hasta un millón de flores, aunque solo el 0,1 % llega a fruto; debido a la caída de flores y frutos (p.5).

Figura 4

Flor del palto



Nota: La figura muestra la inflorescencia y la flor de palto, y sus partes. Tomado de *Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate.* (p.102), por J. Bernal y C. Díaz, 2020.

2.2.3.5. Fruto

Para Baíza (2003), el tipo de fruto es una drupa carnosa, en forma de pera, huevo, esféricos u oblongos; su superficie puede ser lisa o rugosa. Los colores varían de verde claro a verde oscuro, y de púrpura a negro. La estructura y consistencia de la cáscara y pulpa depende de la raza y variedad (p.9).

2.2.3.6. Semilla

Alfonso (2008) menciona que la semilla posee una forma generalmente ovalada. Las semillas de la raza antillano poseen una cubierta entre mediana y gruesa, de textura membranosa. La semilla es importante en la relación fruto/semilla, se prefiere una pulpa de mayor volumen, y una semilla mediana o pequeña (p.4).

2.2.4. Fenología del palto

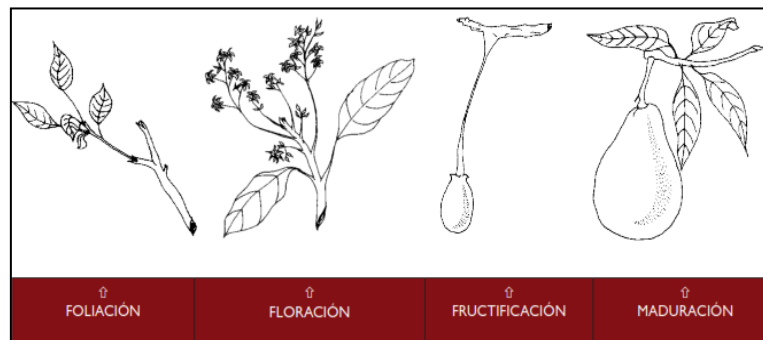
Cabezas et al. (2003) argumentan que el ciclo fenológico del palto se puede dividir en cuatro fases: crecimiento vegetativo, floración, fructificación y maduración del fruto; estas fases dependen de las condiciones climáticas, el manejo del cultivo y la variabilidad genética (pp.4-15).

- *Crecimiento vegetativo*: Comienza con el desarrollo de las yemas vegetativas, que son de forma aguda, con un color amarillo-grisáceo y pubescentes. Las yemas aparecen en el ciclo vegetativo anterior, pueden ser terminales o axilares, siempre adyacentes a la yema terminal.
- *Floración*: La inflorescencia se desarrolla a partir del botón floral. El palto presenta dicogamia, las variedades se dividen en grupos A y B según su ciclo de floración. Las variedades tipo A (Hass, Reed, Pinkerton, etc.) se comportan como femenino en la mañana y masculino en la tarde del siguiente día. Las variedades tipo B (Fuerte, Bacon, Zutano, etc.) tienen un periodo de floración complementario.

- *Fructificación*: El ovario crece desde el centro de la flor polinizada. El estigma y estilo secos se mantienen adheridos al extremo superior del ovario. Debido al crecimiento del ovario, el resto de la flor se marchita y abre, aunque quedan restos de estambres.
- *Maduración del fruto*: Durante esta fase, los restos de la flor caen, y el pedúnculo se engrosa. La pequeña baya crece y da como resultado un fruto piriforme, globoso u ovalado, con lenticelas en su epidermis. El fruto puede tornarse de un color verde más oscuro o morado dependiendo la variedad.

Figura 5

Ciclo fenológico del palto



Nota: La figura muestra el ciclo fenológico del palto, desde la brotación hasta la maduración del fruto. Tomado de *Manual de observaciones fenológicas*. (p.56), por W. Yzarra y F. López, 2017.

2.2.5. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de palto

Este cultivo necesita de ciertas condiciones edafoclimáticas para una adecuada producción, estas variables son temperatura, humedad relativa, viento, radiación solar, altitud y suelo.

2.2.5.1. Temperatura

Pozo (2012) sostiene que la temperatura es un factor importante en el desarrollo del cultivo de palto. La raza antillana tiene poca resistencia al frío, en comparación a la raza guatemalteca y mexicana que tienen una mayor tolerancia (pp.6-7).

Campos et al. (2012) sustentan que el cultivo de palto necesita una temperatura mínima de 10°C para su crecimiento y desarrollo. Mientras que, para el cuajado de frutos, se requiere de temperaturas de 10 a 17°C como mínimo y de 28 a 33°C como máximo (p.9). Alfonso (2008) fundamenta que las temperaturas superiores a 36 °C causan daños en la planta, especialmente en la fecundación y el cuajado (p.6).

2.2.5.2. Humedad relativa

Para un buen cuajado de frutos se requiere una humedad relativa entre 75 - 80%. Una humedad relativa alta genera el desarrollo de líquenes sobre el tallo, ramas y hojas; y enfermedades fúngicas pueden afectar la floración, polinización y el desarrollo de frutos (Alfonso, 2008, p.7).

Tineo et al. (2018) afirman que una humedad relativa muy baja, provoca la muerte del polen y por ende la reducción de la fecundación, disminuyendo el número de frutos en la planta (p.22).

2.2.5.3. Viento

Según Lemus et al. (2010), el viento puede afectar el crecimiento del palto en sus primeros, generando doblamiento, deformación y sombreamiento. Además, provoca daños mecánicos, “russet” en los frutos, caída de yemas, flores y frutos. El viento obstaculiza el vuelo de las abejas, afectando la polinización (p.23).

Tineo et al. (2018) consideran como solución se puede establecer una cortina rompevientos, se debe considerar una especie de rápido crecimiento, que no influya con el cultivo y no sea hospedero de plagas potenciales (p.21).

2.2.5.4. Altitud

Alfonso (2008) asegura que el palto se puede cultivar hasta los 2500 m.s.n.m., pero se recomienda cultivarlos a una altitud de 800 a 2500 m.s.n.m. para evitar problemas con enfermedades radiculares (p.8).

2.2.5.5. Radiación solar

Para Lemus et al. (2010), la radiación solar es un requisito importante en la evapotranspiración del cultivo, debido a ello debe considerarse al equilibrar las necesidades del palto con el suministro de agua. Además, un exceso de radiación puede causar el llamado "golpe de sol" en la madera o el fruto. Una alternativa es pintar, con cal o látex agrícola blanco, el tronco y las ramas principales, además de mantener una buena distribución del follaje (p.24).

2.2.5.6. Suelo

Ataucusi (2015) manifiesta que el palto requiere de suelos profundos, de tipo franco arenoso o textura liviana con un pH 5,6 a 6,5 (p.12). Baíza (2003) argumenta que una profundidad de 0,8 a 2 m, materia orgánica en niveles de 2,5 a 5%, beneficiará a la nutrición del cultivo (pp.13-14).

Tineo et al. (2018) mencionan que la principal limitante son los suelos pesados (muy arcillosos) y con mal drenaje, debido a que el palto es muy sensible a la asfixia radicular, y se pueden desarrollar enfermedades radiculares como la *Pythophthora* (p.23).

2.2.6. Razas y variedades de palto

Según Baíza (2003), las variedades de palto se pueden clasificar en tres razas, que comparten ciertas características entre ellas:

- *Raza mexicana (Persea americana var. drymifolia)*: Es originaria del centro de México, muy tolerante al frío, posee un fruto con semilla grande y alto contenido de aceite, pedúnculo de grosor medio y hojas con un olor característico a anís. Las variedades que pertenecen a esta raza son: Zutano, Bacon, Puebla, Duke, Gottfriend, y Topa topa (Bernal y Díaz, 2008; Bernal et al., 2014).

- *Raza guatemalteca (Persea nubigena var. guatemalis)*: Es originaria del centro-oeste de Guatemala, el fruto posee una cáscara gruesa muy resistente. Tiene semilla pequeña y una pulpa abundante, pedúnculo cónico y brotes rojizos. Las variedades que pertenecen a esta raza son: Hass, Nabal, Pinkerton, Red, Edranol, Itzamna, Linda y Mayapan (Bernal y Díaz, 2008; Bernal et al., 2014).
- *Raza antillana (Persea americana var. americana)*: Es originaria de la costa oeste de Centroamérica, muy susceptible al frío, y resistente a la salinidad y clorosis. Su pedúnculo es alargado, la pulpa tiene un sabor ligero a dulzón y la semilla es suelta (pp.6-7). Las variedades que pertenecen a esta raza son: Lorena, Trapp, Peterson, Simmonds y Pollock (Bernal y Díaz, 2008; Bernal et al., 2014).

Figura 6

Centros de origen de las razas de palto



Nota: La figura muestra los centros de origen de las razas de palto (mexicana, guatemalteca y antillana). Tomado de *Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate*. (p.114), por J. Bernal y C. Díaz, 2020.

2.2.6.1. Variedad Hass

Alfonso (2008) fundamenta que el árbol posee un vigor medio y una copa robusta. Las hojas son largas y lanceoladas. El fruto es ovalado o piriforme, pesando entre 150 y 300 g, con

una cáscara gruesa, de color verde a morado oscuro cuando están maduros. La pulpa no tiene fibra y contiene de 18 a 22% de aceite (p.9).

Tineo et al. (2018) sostienen que esta variedad resulta del cruce de la raza guatemalteca y mexicana, tiene una floración de tipo A. Es la variedad más importante comercialmente, y resiste muy bien el transporte, por lo que logra llegar a los principales mercados extranjeros (p.13).

2.2.6.2. Variedad Fuerte

La planta es vigorosa, compacta y de porte medio. El fruto es piriforme, pesando entre 300 y 400 g, su cáscara es un poco áspera, con un grosor medio y de color verde oscuro. La semilla es proporcional y de tamaño medio. Su floración es de tipo B (Tineo et al., 2018, p.15).

2.2.6.3. Variedad Ettinger

MIDAGRI (2008) asegura que esta variedad es muy precoz, y pertenece a la raza antillana. El fruto es ovalado, alargado y tamaño mediano. Su cáscara es lisa, fina y de color verde brillante. La pulpa no tiene fibra y es de buena calidad. Constituye una de las variedades más importantes en Israel (p.20).

2.2.6.4. Variedad Nabal

Tineo et al. (2018) sustentan que esta variedad pertenece a la raza guatemalteca. El árbol es de porte vigoroso, su floración es de tipo B. El fruto es redondo y de tamaño mediano, pesando entre 450 y 500 g (p.17). MIDAGRI (2008) manifiesta que la cáscara es gruesa, un poco rugosa y de color verde oscuro. La pulpa es de color amarillo y consistencia firme. La semilla es proporcionalmente pequeña (p.20).

2.2.6.5. Variedad Bacon

MIDAGRI (2008) argumenta que esta variedad es originaria de California y tiene buena tolerancia al frío. El árbol es vigoroso, erecto y precoz. El fruto es ovalado y tamaño medio, pesando entre 250 y 300 g. Su cáscara es fina y de color verde brillante (p.20).

2.2.7. Propagación de plantas

Para CETHA (2017), la propagación de plantas se basa en la reproducción mediante dos vías, sexual y asexual. En la primera se usan las semillas y en la segunda se emplean procedimientos especiales sin el uso de semillas. La propagación asexual garantiza la conservación de las características específicas de cada especie (p.13).

2.2.7.1. Propagación asexual

La propagación asexual o vegetativa usa partes de la planta (raíz, tallo, hoja) en lugar de semillas. Diferentes formas de propagación (acodo, injerto, etc.) producen plantas idénticas al progenitor con todas las características y defectos, y con ninguna (o muy poca) variación genética. Este método es el más utilizado para árboles frutales, ya que proporciona grandes ventajas, como una mejor protección de las características deseadas de la planta madre, y el ahorro de tiempo para la floración y fructificación (CETHA, 2017, p.17).

2.2.7.2. Propagación sexual

Según Chi (2021), la propagación sexual comprende la reproducción, en la cual se unen dos células (gametos masculino y femenino) para formar un nuevo individuo, en las plantas esto sucede en las flores, para generar la semilla. Este método nos permitirá manejar el material genético de forma natural y así preservar la diversidad genética. De esta manera, se aprovecha el potencial genético de cada especie, por lo que se continúa de forma natural el proceso de su evolución, preservando la heterogeneidad genética (p.6).

2.2.8. Vivero

Jiménez y Mora (2003) consideran que el vivero es un área libre e iluminada por el sol, este espacio se mantiene limpio y sano. Los semilleros y almácigos se organizan en hileras, dejando pasillos para el tránsito. En el vivero se manejan las plagas y se realiza una adecuada nutrición y riego de las plantas.

2.2.8.1. Selección y desinfección de las semillas

ICA (2009) menciona que las semillas deben proceder de frutos maduros, sanos, libres de plagas y enfermedades, de buena forma y tamaño, y no estén sobremaduros. Los frutos se deben cosechar directamente del árbol, no se deben seleccionar los que hayan caído al suelo, porque podrían estar infectados por patógenos como *Phytophthora cinnamomi* (p.3).

Ataucusi (2015) afirma que se elimina la pulpa de los frutos recolectados y las semillas son lavadas con abundante agua, luego se dejan airear bajo sombra en jabas. Por último, se desinfectan con insecticidas y fungicidas (p.10).

Alfonso (2008) recomienda realizar un corte transversal (1 - 2 cm) de la punta de la semilla, denominado como “corte candado”, facilitando el ingreso de humedad y la emergencia del brote. Además, este corte permitirá descartar las semillas que presente podredumbre, lesiones o algún daño interno, esta labor se debe realizar con herramientas limpias (p.11).

Figura 7

Semilla de palto



Nota: La figura muestra la semilla de palto para la siembra; *a.* Semilla entera; *b.* Semilla con corte candado; *c.* Semilla germinada. Tomado de *Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate.* (p.204), por J. Bernal y C. Díaz, 2020.

2.2.8.2. Selección y desinfección de sustrato

Chi (2021) señala que el sustrato sirve para almacenar agua y nutrientes, proporciona un sitio para el intercambio de gases y nutrientes y actúa como punto de anclaje para las raíces de las plantas (p.17).

Para Bernal y Díaz (2020), el sustrato se elabora una mezcla de tierra (preferible de textura franca) y arena; el suelo no debe haber sido cultivado últimamente y la arena debe estar lavada. La mezcla se esteriliza por métodos físicos (solarización), mecánicos (agua caliente) o químicos (desinfectantes); el sustrato se vierte en una superficie plana, haciendo una cama suave y mullida (p.206).

El proceso de solarización dura entre 30 y 45 días, la solarización bien ejecutada asegura la eliminación de muchos patógenos en el sustrato, y de semillas de plantas no deseadas. En la desinfección química del sustrato, se emplean productos como el dazomet o el formol, que son de acción insecticida, fungicida, nematocida y herbicida (Bernal y Díaz, 2020, pp.207-208).

2.2.8.3. Elaboración del semillero

Campos et al. (2012) que en los viveros se siembra en bolsas de almácigo, porque este método garantiza que las plántulas que irán a campo, serán vigorosas, sanas y libres de deformidades radiculares. Las bolsas se ubican en bloques de 4 filas, dejando un espacio entre bloques. Los pasadizos aseguran la aireación y facilitan las labores culturales. Los bloques pueden tener un largo de hasta 10 m (p.14).

2.2.8.4. Siembra

Las semillas se colocan en las bolsas con sustrato y se cubren con 2 o 3 cm de sustrato, ubicando la parte basal de la semilla (más ancha y plana) hacia abajo. Las semillas germinan entre 40 y 60 días después de la siembra. Las plántulas deben estar en sombra durante el día para evitar la deshidratación (Campos et al., 2012, pp.10-13).

Chi (2021) manifiesta que la ventaja del semillero es que en un pequeño espacio se puede producir una gran cantidad de plántulas, que luego serán trasplantadas a bolsas o camas de crecimiento cuando tengan entre 2 y 4 hojas (p.20).

2.2.8.5. Riego

Irigoyen y Cruz (2005) aseguran que el riego proporciona la humedad necesaria para las plántulas, pero se debe evitar el encharcamiento que causa pudrición de la semilla, y favorece el desarrollo de patógenos. Por el contrario, la falta de humedad reduce la capacidad germinativa de la semilla y atrofia el crecimiento de las plántulas. El riego puede realizarse con una regadera o manguera para áreas pequeñas, o por aspersión (p.16).

2.2.8.6. Fertilización

Para una óptima fertilización del semillero se necesita un análisis del sustrato, para seleccionar el fertilizante adecuado, disminuir costos y evitar el exceso de algún elemento (Irigoyen y Cruz, 2005, p.23).

Chi (2021) sostiene que, en la fertilización, algunos elementos son importantes e indispensables para el desarrollo de la planta: nitrógeno (N), fósforo (F) y potasio (K). Estos elementos son fundamentales para el crecimiento vegetativo, el desarrollo radicular y las reacciones energéticas de la planta, respectivamente (p.21).

Asimismo, los microelementos también son necesarios para el desarrollo de la planta. La forma más efectiva de proporcionar nutrientes, es la aplicación de materia orgánica al semillero: compost, guano, estiércol, gallinaza (Chi, 2021, p.22).

2.2.8.7. Sanidad

Campos et al. (2012) fundamentan que las principales plagas en un vivero de palto son el pulgón, ácaro, trips, mosca blanca, gusanos defoliadores, mosca minadora y arañita roja. Además, las principales enfermedades son las pudriciones radiculares por *Fusarium*, *Pythium* y *Phytophthora*. Una buena esterilización del sustrato asegura la reducción de estas enfermedades; en caso de presentarse, se debe eliminar las plantas infectadas (pp.20-21).

Irigoyen y Cruz (2005) sustentan que el control de malezas, busca reducir la posibilidad de que las malezas sean hospederos de plagas; también pueden competir por luz, agua y nutrientes con las plantas. El control de malezas se debe realizar tanto en los semilleros como en las calles del vivero, se recomienda realizar deshierbos manual (p.24).

2.2.9. Germinación

Pita y Perez (1998) mencionan que la germinación es el conjunto de procesos que empieza con la absorción de agua por la semilla y finaliza con el alargamiento de la radícula. Según el criterio fisiológico, la germinación sucede con la ruptura de la cubierta seminal por parte de la radícula. Sin embargo, para el criterio agronómico, la germinación termina cuando la plántula emerge del suelo (p.2).

Según De La Cuadra (1992), las etapas del proceso de la germinación son:

- *Imbibición*: proceso en el que la semilla absorbe agua y se expande. El agua pasa a través de la cubierta seminal, ingresa en su interior y cuando llega al embrión, en cantidades suficientes, este se activa y da inicio a los procesos metabólicos que darán como resultado el desarrollo de una planta.
- *Inicio de la actividad metabólica*: para su desarrollo el embrión requiere de alimento. Libera enzimas digestivas que disgregan parte del alimento en los tejidos de almacenamiento que es asimilado por el embrión. Debido a esto, el embrión puede respirar y crecer más rápido.
- *Elongación celular*: las células embrionarias son pequeñas y el crecimiento inicial del embrión se debe a un aumento en el tamaño celular. Las proteínas, grasas y carbohidratos digeridos y absorbidos de los tejidos de almacenamiento, son usados por el embrión para la respiración y la elongación celular. La multiplicación celular empezará después de completar el proceso de elongación.

- *Germinación visual*: a medida que se produce la elongación celular, el embrión se expande hasta que un extremo del eje embrionario atraviesa la envoltura seminal y queda a la vista, dando los primeros signos visibles de la germinación. El primer eje embrionario en aparecer es el hipocótilo (radícula), que originará la raíz principal; luego aparece el otro eje embrionario o epicótilo, que generará el primer brote.
- *Desarrollo de la plántula*: la planta que emerge es pequeña e inmadura, y todavía se nutre de las reservas de la semilla. Más adelante formará las primeras hojas capaces de hacer fotosíntesis, y crecen los pelos absorbentes de la raíz, mediante los cuales se absorberá el agua del suelo. La planta logra establecerse y el proceso de germinación acaba completamente (pp.4-6).

Para que la germinación ocurra deben darse ciertas condiciones, tanto externas en el medio ambiente como internas en la semilla. Pita y Perez (1998) argumentan que las condiciones externas para la germinación son la disponibilidad de agua y oxígeno, y la temperatura e iluminación adecuada:

- *Disponibilidad de agua*: el agua es un factor ambiental imprescindible para que la semilla inicie el proceso de germinación. El agua debe hallarse disponible en el suelo en una cantidad adecuada, tanto el exceso o el déficit de agua impide la germinación de la semilla.
- *Disponibilidad de oxígeno*: el oxígeno alcanza al embrión diluido en el agua, siendo indispensable para la germinación. Solo las semillas de algunas especies pueden germinar en ausencia o con bajas concentraciones de oxígeno.
- *Temperatura óptima*: cada especie presenta un rango de temperaturas con un máximo y mínimo, dentro de las cuales sus semillas pueden germinar. Y una temperatura óptima donde se logra el mayor porcentaje de germinación en el menor tiempo.

- *Iluminación óptima*: muchas semillas germinan independientemente de las condiciones de iluminación. Sin embargo, una gran proporción de semillas presenta fotosensibilidad positiva (germinan bajo iluminación) o negativa (la iluminación inhibe la germinación) (pp.8-11).

De La Cuadra (1992) señala que las condiciones internas de la semilla para la germinación son la madurez y viabilidad de la semilla, y su permeabilidad:

- *Madurez de la semilla*: existen dos tipos de madurez de una semilla, la morfológica, cuando la semilla se separa de la planta; y la fisiológica, cuando la semilla logra su capacidad germinativa. Ambos tipos de madurez se pueden presentar simultáneamente o por separado.
- *Viabilidad de la semilla*: es la capacidad del embrión de una semilla de permanecer vivo durante un determinado periodo de tiempo, conservando su capacidad de germinar. La viabilidad depende de la especie y las condiciones ambientales.
- *Permeabilidad de la semilla*: para la germinación es necesario que la semilla sea permeable al agua y al oxígeno, que son dos elementos necesarios para dar inicio al proceso (pp.7-8).

2.2.10. Fitohormonas

Bidwell (1990) indica que las hormonas regulan el crecimiento, desarrollo y metabolismo de formas específicas y en concentraciones muy bajas. Definir el término fitohormona es muy difícil, generalmente se prefiere el término "fitoregulator" cuando se hace referencia a compuestos naturales o sintéticos que inducen el crecimiento, desarrollo o metabolismo de las plantas. Existen varios tipos de hormonas, algunas sustancias promueven el crecimiento y desarrollo y otras son inhibidoras (pp.419-421)

Squeo y Cardemil (2007) afirman que las fitohormonas más importantes son las auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno y el ácido abscísico; otras hormonas vegetales que se han identificado en diversos procesos de crecimiento y desarrollo son brasinoesteroides, ácido jasmónico, ácido salicílico y poliaminas.

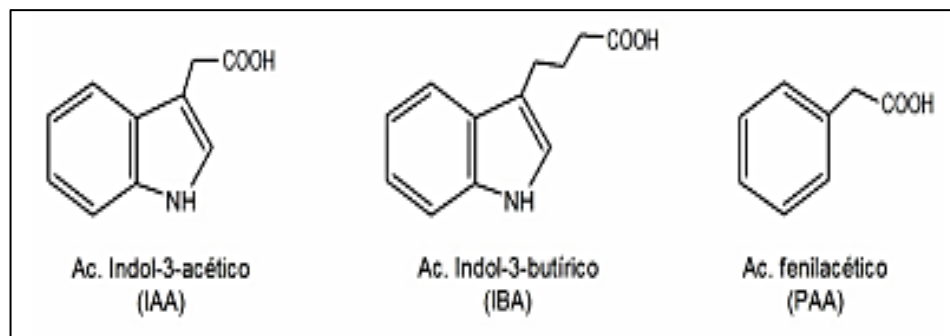
2.2.10.1. Auxinas

Las auxinas son fitohormonas que regulan diversos procesos de crecimiento y desarrollo vegetal. Se originan principalmente en los meristemos apicales y tejidos jóvenes. Las auxinas favorecen la elongación celular, impiden el crecimiento de raíces primarias, influyen en la respuesta de tropismos, inhiben la abscisión de órganos y estimulan el desarrollo floral y de frutos (Squeo y Cardemil, 2007).

La auxina más abundante es el ácido indol-3-acético (AIA), otras formas naturales de auxinas son el ácido indol-3-butírico (IBA) y el ácido fenilacético (PAA) (Squeo y Cardemil, 2007).

Figura 8

Auxinas



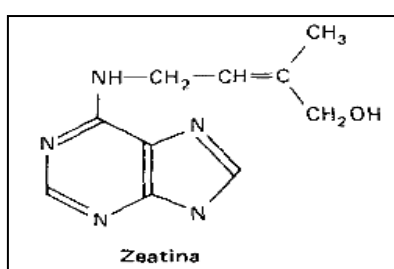
Nota: La figura muestra la estructura química de tres auxinas naturales, ácido indol-3-acético (AIA), ácido indol-3-butírico (IBA) y ácido fenilacético (PAA). Tomado de *Fisiología Vegetal*. (p.4), por F. Squeo y L. Cardemil, 2007.

2.2.10.2. Citoquininas

Para Perea et al. (2009), las citoquininas son fitohormonas que promueven la división celular. Estos fitorreguladores se originan en órganos en crecimiento y en el meristemo radicular. La zeatina es una citoquinina natural, extraída por primera vez del endospermo del maíz (*Zea mays*), se ha encontrado en muchas plantas (p.18).

Figura 9

Zeatina



Nota: La figura muestra la estructura química de la zeatina, una citoquinina natural. Tomado de *Fisiología Vegetal*. (p.423), por R. Bidwell, 1990.

Taiz y Zeiger (2006) mencionan que las citoquininas influyen en la regulación de más procesos como la morfogénesis de tallos y raíces, elongación celular, senescencia, además inhibe la dominancia apical y promueve la brotación y el crecimiento de yemas axilares (pp.985-986).

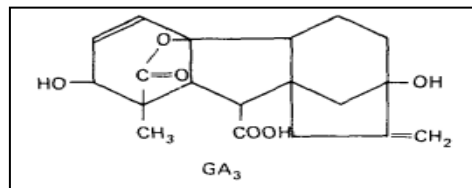
2.2.10.3. Las giberelinas

Squeo y Cardemil (2007) aseguran que las giberelinas (GAs) son fitohormonas que participan en diversos procesos de crecimiento y desarrollo vegetal. Este grupo comprende más de 100 compuestos, pero solo unas pocas demuestran actividad biológica.

Perea et al. (2009) fundamentan que las GAs se transportan vía xilema y floema, moviéndose libremente por la planta en comparación con las auxinas. Estos fitorreguladores promueven la división celular, la elongación de los tallos, incrementa la plasticidad de la pared celular. También influyen en la floración, y participan en el rompimiento de la dormancia y germinación de las semillas de algunas especies (p.19).

Figura 10

Giberelinas (GAs)



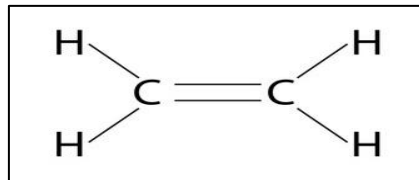
Nota. La figura muestra la estructura química del ácido giberélico (GA₃). Tomado de *Fisiología Vegetal*. (p.423), por R. Bidwell, 1990.

2.2.10.4. El etileno

Bidwell (1990) sostiene que el etileno es el único fitorregulador gaseoso y genera respuestas en la planta en pequeñas cantidades. El etileno acelera principalmente la maduración de los frutos, promueve la senescencia y abscisión de hojas y frutos, influye en el crecimiento de plántulas, y regula la expansión celular en las hojas. También puede afectar o interferir con la respuesta normal a la auxina (p.426).

Figura 11

Etileno



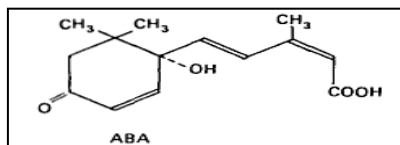
Nota: La figura muestra la estructura química del etileno. Tomado de *Fisiología Vegetal*. (p.425), por R. Bidwell, 1990.

2.2.10.5. El ácido abscísico

Squeo y Cardemil (2007) sustentan que el ácido abscísico (ABA) es una fitohormona que regula el crecimiento vegetal, germinación, dormancia de semillas, senescencia, división celular, el control de apertura estomática y la respuesta al estrés (salinidad, sequía, baja temperatura, ataque de patógenos y radiación solar).

Figura 12

Ácido abscísico (ABA)



Nota: La figura muestra la estructura química del ABA. Tomado de *Fisiología Vegetal*. (p.425), por R. Bidwell, 1990.

2.2.10.6. Las poliaminas

Squeo y Cardemil (2007) consideran que las poliaminas son compuestos alifáticos nitrogenados, estos fitorreguladores influyen en el crecimiento, división y diferenciación celular en concentraciones bajas. En ciertos casos, las poliaminas actúan como reserva de nitrógeno, y presentan una capacidad antioxidante y estabilizadora de las membranas celulares.

2.2.10.7. Los brasinoesteroides

Según Perea et al. (2009), los brasinoesteroides son compuestos naturales que se hallan en los órganos y tejidos vegetales más jóvenes en cantidades muy pequeñas. Hay alrededor de sesenta estructuras, el brasinólido es el compuesto más activo en este grupo. Estos fitorreguladores estimulan el alargamiento y la división celular en el tallo, inhiben el crecimiento de las raíces y estimulan el gravitropismo, incrementan la caída de hojas y promueven la tolerancia al estrés (p.21).

2.2.10.8. El ácido jasmónico

Squeo y Cardemil (2007) manifiestan que el ácido jasmónico (JA) y las moléculas relacionadas son conocidos como jasmonatos (JAs), que son compuestos de origen lipídico. Actúan como moléculas señal de la respuesta de la planta ante situaciones de estrés (daños, ataque de patógenos y plagas, sequía) e intervienen en varios procesos de crecimiento y desarrollo.

2.2.11. Efecto de las giberelinas sobre la germinación

Taiz y Zeiger (2006) indican que las giberelinas pueden ser necesarias para la germinación de semillas en determinadas etapas: la activación del crecimiento del embrión, el debilitamiento de la capa de endospermo y la movilización de las reservas acumuladas en el endospermo (p.888).

Azcón y Talón (2013) afirman que el papel de las giberelinas en el proceso de germinación está respaldado por diversas pruebas. En algunas especies, las giberelinas reemplazan los requisitos de luz o frío que necesitan muchas semillas en su germinación, rompiendo la dormición (p.411).

Mandujano, Golubov y Rojas (2007) señalan que el ácido giberélico (GA3) estimula la síntesis de α -amilasa, la enzima que participa en la desintegración de las reservas de almidón acumuladas en el endospermo durante la germinación. Por esta función, el ácido giberélico es empleado como promotor de la germinación en diversas especies vegetales (p.47).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

La investigación se ejecutó en las instalaciones del vivero frutícola SEDIR, ubicado en la carretera Bellavista nro. 291 Cushipampa baja / Ancash - Santa – Moro. Las coordenadas geográficas son las siguientes:

- Latitud: 9°08'28'' S
- Longitud: 78°11'23'' W
- Altitud: 426 m.s.n.m.

Figura 13

Localización del campo experimental



3.2. Recursos

3.2.1. Personal

- Investigadores

3.2.2. Equipos

- Laptop
- Impresora
- Balanza analítica

3.2.3. Materiales

- Probeta
- Vernier
- Wincha
- Calculadora
- Hoja bond
- Cuaderno
- Lapicero
- Folder
- Palana
- Mochila fumigadora
- Balde de 10 Lt
- Bolsa de almacigo (7"x14")
- Plástico
- Cordel
- Regadera
- Letrero
- Hipoclorito de sodio

3.2.4. Materiales biológicos

- Semillas de palto variedad Zutano
- Semillas de palto variedad Mexicano

3.2.5. Insumos

- Fitohormona (Ácido giberélico)
- Fungicida (Thiophanate methyl + Thiram)
- Insecticida (Imadacloprid)
- Coadyuvante (Aceite agrícola)

3.2.6. Servicios

- Análisis de suelo
- Internet
- Alquiler de terreno
- Pasajes

3.3. Variables de la investigación

- **Variable independiente**

- Semillas de Palto
- Dosis de Ácido giberélico (mg L-1 AG3)

- **Variable dependiente**

- Porcentaje de germinación
- Altura de plántula
- Diámetro de tallo
- Longitud de raíz

- **Dosis de los bioestimulantes**

Las dosis seleccionadas son:

- 1000 mg L-1 AG3
- 2000 mg L-1 AG3
- 3000 mg L-1 AG3

3.3.1. Tratamientos

Tabla 1

Tratamientos a estudiar

| Tratamiento | Descripción |
|-------------|---|
| T1 | Tratamiento control: Semilla Mexicano + Ácido Giberélico 0 mg L-1 |
| T2 | Tratamiento control: Semilla Zutano + Ácido Giberélico 0 mg L-1 |
| T3 | Semilla Mexicano + Ácido Giberélico 1000 mg L-1 |
| T4 | Semilla Mexicano + Ácido Giberélico 2000 mg L-1 |
| T5 | Semilla Mexicano + Ácido Giberélico 3000 mg L-1 |
| T6 | Semilla Zutano + Ácido Giberélico 1000 mg L-1 |
| T7 | Semilla Zutano + Ácido Giberélico 2000 mg L-1 |
| T8 | Semilla Zutano + Ácido Giberélico 3000 mg L-1 |

Tabla 2

Tamaño de muestra

| Distribución de la muestra | Cantidad |
|------------------------------------|----------|
| Número de tratamientos | 8 |
| Número de repeticiones | 3 |
| Número de semillas por tratamiento | 10 |
| Número de unidades experimentales | 24 |
| Número de semillas totales | 240 |

3.3.2. Cuadro de los tratamientos y campo experimental

Tabla 3

Distribución de tratamientos por repeticiones

| Repeticiones | | Tratamientos | | | | | | |
|--------------|----|--------------|----|----|----|----|----|----|
| I | T8 | T7 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |
| II | T1 | T2 | T7 | T6 | T5 | T3 | T4 | T8 |
| III | T6 | T5 | T4 | T8 | T1 | T7 | T2 | T3 |

3.3.3. Codificación de factores

- Semillas de palto (S)

S1 = Mexicano

S2 = Zutano

- Dosis de ácido giberélico (D)

D1= 0 mg L-1

D2=1000 mg L-1

D3= 2000 mg L-1

D4= 3000 mg L-1

3.4. Datos climatológicos

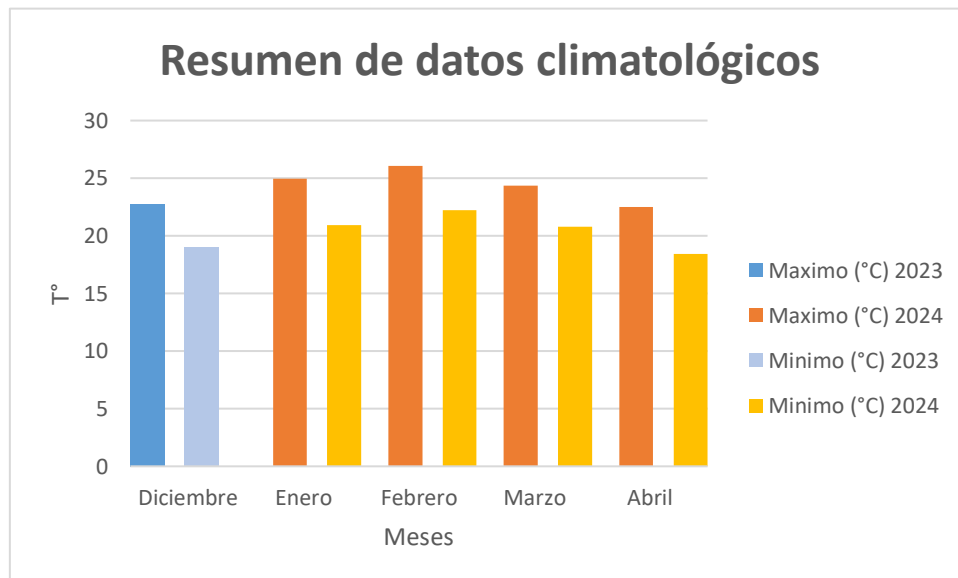
Tabla 4

Temperatura máxima y mínima dentro del periodo de ejecución

| Fecha | Máximo (°C) | | Mínimo (°C) | |
|-----------|-------------|------|-------------|------|
| | 2023 | 2024 | 2023 | 2024 |
| Diciembre | 23 | | 19 | |
| Enero | | 25 | | 21 |
| Febrero | | 26 | | 22 |
| Marzo | | 24 | | 21 |
| Abril | | 23 | | 18 |

Figura 14

Temperatura mensual máxima y mínima, 2023 – 2024



Nota: AccuWeather, 2024

Con los datos obtenidos se puede observar la variación de las temperaturas entre el año 2023 y 2024. Siendo las temperaturas mínimas dentro del periodo de evaluación entre 18 °C– 22 °C y las temperaturas máximas entre los 23 °C – 26 °C, esto a generado un verano más caluroso en el valle de Nepeña.

3.5. Diseño experimental

Para esta investigación, se empleó el Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial de 2 x 4 con tres repeticiones. El primer factor estuvo conformado por las semillas de palto Zutano y Mexicano, y el segundo factor conformado por las tres dosis de Ácido Giberélico: 1000 mg L-1, 2000 mg L-1 y 3000 mg L-1.

El diseño responde al siguiente modelo estadístico:

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

Donde:

$i = 1, \dots, a$

$j = 1, \dots, b$

$k = 1, \dots, m$

Donde:

μ : Efecto de la media

α_i : Efecto del i - ésimo nivel del Factor A

β_j : Efecto del J - ésimo nivel del Factor B

$(\alpha\beta)_{ij}$: Efecto de la interacción del i - ésimo nivel del Factor A y el J - ésimo nivel del Factor B

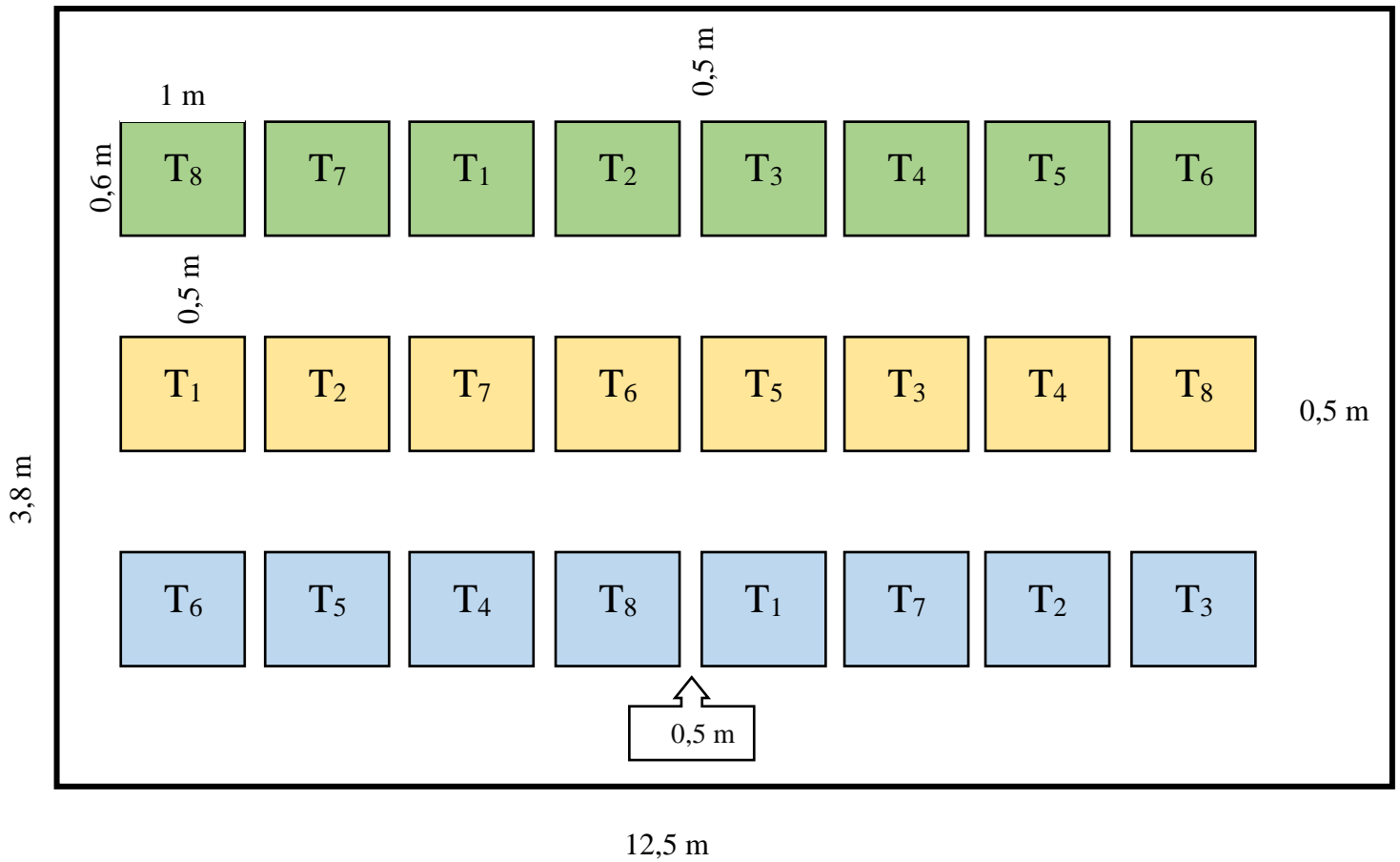
E_{ij} : Error experimental

3.5.1. Croquis del diseño experimental

En la Figura 14 se muestra el croquis con la distribución y medidas de las unidades experimentales y tratamientos del trabajo de investigación.

Figura 15

Croquis del experimento



3.6. Población y muestra

3.6.1. Población del estudio

La población estuvo conformada por 240 semillas de palto, repartidas en 24 unidades experimentales con 10 semillas en cada una de ellas.

3.6.2. Muestra de estudio

Se empleó la formula estadística para hallar la muestra de una población finita.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

- n = Tamaño de muestra
- N = Tamaño de la población
- Z = Nivel de Confianza (95%)
- e = Error de muestra (0,05)
- P = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (0,5)
- q = (1 - p) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado (0,5)

$$n = \frac{240 * 1,96^2 * 0,5 * 0,5}{0,05^2 * (240 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 148$$

Se obtuvo una muestra de 148 semillas para la presente investigación, los tratamientos tuvieron 10 semillas en cada repetición dando un total de 30 semillas por tratamiento, se tomaron al azar 4 semillas por tratamiento dando un total de 96 semillas evaluadas.

3.7. Parámetros evaluados

3.7.1. Conducción de la investigación

3.7.1.1. Material biológico

- Semillas de Zutano

Los frutos de palto se obtuvieron del fundo “Oro verde” ubicado en Moro, el cual cuenta con plantas madres de Zutano. Se cosecharon 120 frutos de palto Zutano y fueron llevados al vivero Sedir. Estos frutos fueron colocados sobre un plástico en el suelo para su maduración.

Figura 16

Recolección de palto Zutano



- Semilla de Mexicano

Los frutos de palto de donde se obtuvieron las semillas de Mexicano se obtuvieron de “Allimuru” localizado en Jimbe, el cual cuenta con plantas madres de Mexicano. Se cosecharon 120 frutas de palta Mexicano y se llevaron al vivero Sedir. Estos frutos fueron colocados sobre un plástico en el suelo para su maduración.

Figura 17

Recolección de palto Mexicano



- Despulpado de fruta

Al madurar la fruta se procedió al despulpado para extraer la semilla. Después de extraer las semillas se lavaron y le quitamos la testa, luego se realizó el corte apical para dejarlas sobre un plástico.

Figura 18

Despulpado y piquete de las semillas de palto



3.7.1.2. Desinfección del sustrato

Antes de la siembra, se desinfecto el sustrato haciendo uso de una mochila fumigadora y una palana, previo a esta labor se rego el sustrato, luego se volteó con la palana en una cama que tuvo una base de plástico, simultáneamente con la mochila fumigadora se aplicó el desinfectante hasta uniformizar la mezcla, el desinfectante fue el fungicida con dosis de 20 gr/ 20L de agua. Asimismo, luego de la desinfección se llenó el sustrato a las bolsas de almacigo (7'' x 14''). El sustrato que se utilizo fue el empleado por SEDIR, conformado por arena de río (70%) y tierra agrícola (30%).

Figura 19

Desinfección de sustrato con fungicida



3.7.1.3. Delimitación del área experimental

Se utilizó una wincha, palos, letreros y cordel; se identificó las unidades experimentales, además de la separación entre repeticiones, tratamientos y los márgenes del área experimental.

Figura 20

Distribución e identificación del área experimental



3.7.1.4. Aplicación de ácido giberélico

Tabla 5

Dosificación de ácido giberélico por tratamiento

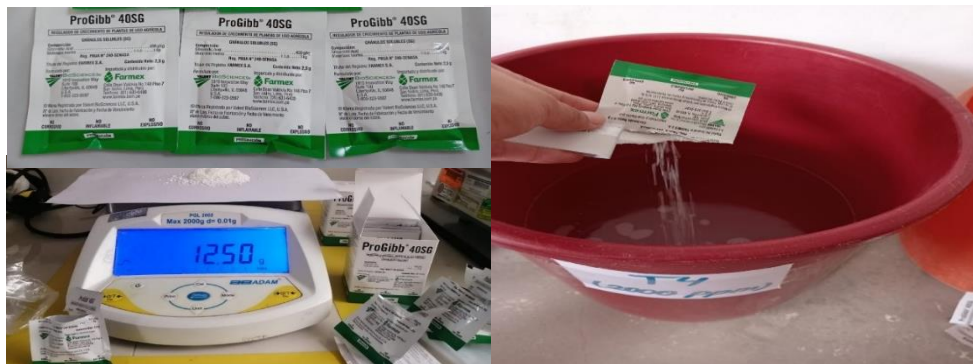
| Tratamiento | Descripción | Dosis de ácido giberélico (mg L-1) | Concentración de ácido giberélico de acuerdo al producto comercial | Cantidad de agua (L) | Cantidad de semillas (Unidad) | Tiempo de inmersión de semillas (Horas) |
|-------------|---------------------------------------|------------------------------------|--|----------------------|-------------------------------|---|
| T1 | Tratamiento control: Semilla Mexicano | 0 | 0 | 5 | 30 | 24 |
| T2 | Tratamiento control: Semilla Zutano | 0 | 0 | 5 | 30 | 24 |
| T3 | Semilla Mexicano | 1000 | 12,5 | 5 | 30 | 24 |
| T4 | Semilla Mexicano | 2000 | 25 | 5 | 30 | 24 |
| T5 | Semilla Mexicano | 3000 | 37,5 | 5 | 30 | 24 |
| T6 | Semilla Zutano | 1000 | 12,5 | 5 | 30 | 24 |
| T7 | Semilla Zutano | 2000 | 25 | 5 | 30 | 24 |
| T8 | Semilla Zutano | 3000 | 37,5 | 5 | 30 | 24 |

En la Tabla 5 se visualiza como se empleó las tres dosis de ácido giberélico (1000 mg L-1, 2000 mg L-1 y 3000 mg L-1). Las semillas se remojaron por 24 horas de acuerdo a cada tratamiento con el producto comercial.

Después éstas se dejaron secar sobre un plástico por un periodo de 20 minutos. Luego, se desinfectaron con el fungicida empleando la dosis de 20 gr/20L, dichas semillas permanecerán en esta solución por un periodo de 20 minutos.

Figura 21

Pesado y dilución del ácido giberélico (AG3)



3.7.1.5. Siembra a las bolsas de almácigo

La siembra en las bolsas de almácigo (7'' x 14'') fue de acuerdo al tratamiento y repetición que corresponde, previo a esto el sustrato de cada bolsa de almácigo fue regado a capacidad de campo, luego con la ayuda de un palo se hizo un agujero en el sustrato donde se colocó la semilla con la parte apical hacia arriba, a una profundidad de 8 - 10 cm y se tapó la semilla con el mismo sustrato.

Figura 22

Siembra de las semillas de palto zutano y mexicano



3.7.1.6. Riego

Los riegos se ejecutaron de manera oportuna. Después de iniciada la germinación de las semillas se procedió a regar cada 2 días, dependiendo de los factores climáticos. Para el riego se empleó una manguera, la procedencia del agua de riego fue del reservorio de SEDIR cuya fuente hídrica es el Río Loco.

3.7.1.7. Control de maleza

Se realizó de manera manual eliminando las malezas presentes en las bolsas y las calles. Antes del desmalezado se regó las bolsas para facilitar esta labor y evitar daños en las plántulas.

3.7.1.8. Control de plagas

Las plagas encontradas en las plántulas de palto fueron: Mosca blanca (*Aleurodicus sp.*), Cochinilla (*Planococcus sp.*) y Pulgón (*Myzus sp.*).

Del mismo modo, la evaluación de plagas fue por conteo visual para determinar la presencia y daño de estas, luego se coordinó la fecha de aplicación química en caso sea necesario. Los productos químicos fueron: Imidacloprid al 0,15 L/ 200 L y Acidificante a 100 ml/200 L. Se preparó la mezcla para la cantidad de plántulas del experimento, la aplicación fue con una mochila fumigadora.

Figura 23

Plagas encontradas en los plantines de palto

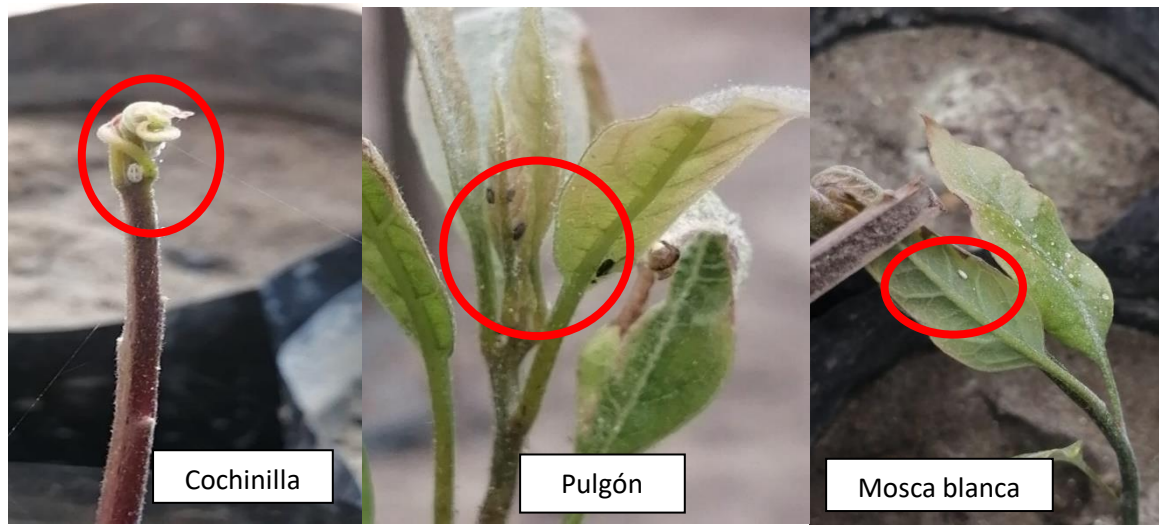


Figura 24

Control etológico y químico de las plagas



3.7.2. Parámetros

Los parámetros a evaluar en el experimento fueron:

- Porcentaje de germinación
- Altura de plántula
- Diámetro de tallo
- Longitud de raíz

3.7.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.3.1. Técnicas

- Medición manual

Se empleó la medición manual para recolectar los datos de los parámetros a evaluar, mediante la utilización de diferentes instrumentos como la wincha, vernier, balanza analítica y probeta.

3.7.3.2. Instrumentos

- Wincha

La "wincha" es un instrumento de medición construido con una delgada chapa metálica flexible, dividida en unidades de medida, y enrollada en una carcasa metálica o de plástico. Algunas tienen freno. Esta lámina está dividida en unidades de medida, como milímetros, centímetros o metros, y se enrolla en espiral dentro de una carcasa de metal o plástico. (Capote, 2011)

- Vernier

El vernier, también llamado calibrador o pie de rey, es un instrumento de medición que permite obtener medidas precisas de objetos pequeños, desde centímetros hasta fracciones de milímetros. Su escala principal muestra divisiones métricas, y su escala auxiliar (nonio) permite mediciones aún más precisas, como 1/128 de pulgada en el caso de la escala de pulgadas. Se utiliza ampliamente en industria, ingeniería y carpintería. (Nava, s.f.)

- Balanza analítica

La balanza analítica es reconocida por su precisión extrema y se emplea principalmente en entornos de laboratorio donde se requiere una alta precisión en la medición de sustancias. Estas balanzas son capaces de medir con una precisión excepcional, a menudo en el rango de microgramos o incluso nanogramos. Sin embargo, para obtener resultados precisos, es necesario mantener un entorno controlado que evite cualquier influencia externa en las

mediciones. Debido a su gran sensibilidad, cualquier factor en el lugar de trabajo que afecte la balanza puede influir en los resultados de pesaje obtenidos. (Ramos, 2014)

- Probeta

Una probeta es un utensilio de laboratorio, confeccionado típicamente en plástico o vidrio, que tiene como propósito contener y efectuar mediciones precisas de volúmenes de líquidos o gases. Se trata de un tubo transparente que incluye divisiones graduadas, lo que posibilita al observador determinar con exactitud la cantidad de sustancia que se encuentra en su interior. (Perez y Gardey, 2013)

- Cartillas de evaluación

La cartilla de evaluación presentaba los parámetros a evaluar de las semillas seleccionadas, ver en Anexos 6 - 10.

3.7.4. Procedimientos de la recolección de datos

- Porcentaje de germinación.

Para el porcentaje de germinación se observó directamente 10 plantas por tratamientos y repetición, obteniendo un total de 240 plantas evaluadas. Se contabilizó el número de semillas germinadas a partir de la emergencia de las plúmulas sobre la superficie del sustrato de las bolsas de almácigo. Se evaluó a los 25 y 50 días después de la siembra. Los datos fueron registrados en la cartilla de evaluación correspondiente y como resultado se obtuvo un porcentaje promedio por evaluación.

- Altura de planta.

La altura de planta se obtuvo mediante la fórmula planteada, se seleccionaron 4 plantas por tratamientos y repetición, obteniendo un total de 96 plantas evaluadas con la ayuda de una wincha. Se realizó tres evaluaciones a los 20, 35 y 50 días después de la emergencia. Los datos fueron registrados en la cartilla de evaluación correspondiente, las mediciones se realizaron en centímetros y se obtuvo un promedio por tratamiento.

$$\frac{E1 + E2 + E3}{3}$$

- Diámetro de tallo.

El diámetro de tallo se obtuvo mediante la fórmula planteada, se midieron 4 plantas por tratamientos y repetición, obteniendo un total de 96 plantas evaluadas con la ayuda de un vernier. Se realizaron tres evaluaciones a los 20, 35 y 50 días después de la emergencia. Los datos fueron registrados en la cartilla de evaluación correspondiente, las mediciones se tomaron en milímetros y se obtuvo un promedio por tratamiento.

$$\frac{E1 + E2 + E3}{3}$$

- Longitud de raíz.

La longitud de raíz se obtuvo mediante la fórmula planteada, se midieron 4 plantas por tratamientos y repetición, obteniendo un total de 96 plantas evaluadas con la ayuda de una wincha. Esta evaluación se realizó a los 100 días después de la siembra. Las plantas seleccionadas para la evaluación, se retiraron de sus bolsas de almácigo para poder medir la raíz, estas plantas fueron descartadas luego de la evaluación. Los datos registraron en la cartilla de evaluación correspondiente, las mediciones se registraron en centímetros y se obtuvo un promedio por tratamiento.

$$\frac{L1 + L2 + L3 + L4}{4}$$

3.7.5. Técnicas de procedimiento y análisis de resultados

Los datos obtenidos de las evaluaciones se registraron en Microsoft Excel y fueron procesados por el programa SPSS-25, siendo sometidos a análisis de varianza, prueba de Tukey y prueba de descriptivos, para obtener los resultados del tratamiento que presente mayor germinación, y establecer la dosis adecuada de ácido giberélico para las semillas de Zutano y Mexicano en vivero.

3.7.5.1. Análisis de Varianza

Tabla 6

Esquema ANOVA del diseño estadístico completamente al azar con arreglo factorial

| Fuentes de Variación (FV) | Suma de Cuadrados (SC) | Grados de Libertad (gl) | Cuadrados Medios (CM) | Estadístico de prueba (Fc) | F significancia (Ft) |
|---------------------------|---|-------------------------|---|-----------------------------|------------------------------|
| Factor A | $SCA = \sum \frac{y_{i..}^2}{br} - \frac{y_{...}^2}{abr}$ | $a-1$ | $CMA = \frac{SCA}{a-1}$ | $\frac{CMA}{CM_{Error}}$ | $F(\alpha, gl A, gl Error)$ |
| Factor B | $SCB = \sum \frac{y_{.j.}^2}{ar} - \frac{y_{...}^2}{abr}$ | $b-1$ | $CMB = \frac{SCB}{b-1}$ | $\frac{CMB}{CM_{Error}}$ | $F(\alpha, gl B, gl Error)$ |
| Interacción AB | $SC(AB) = \sum \frac{y_{ij.}^2}{r} - \frac{y_{...}^2}{abr} - SCA - SCB$ | $(a-1)(b-1)$ | $CM(AB) = \frac{SC(AB)}{(a-1)(b-1)}$ | $\frac{CM(AB)}{CM_{Error}}$ | $F(\alpha, gl AB, gl Error)$ |
| Error experimental | $SC_{Error} = SC_{Total} - SCA - SCB - SC(AB)$ | $ab(r-1)$ | $CM_{Error} = \frac{SC_{Error}}{ab(r-1)}$ | | |
| Total | $SC_{Total} = \sum \sum \frac{y_{ijk}^2}{abr} - \frac{y_{...}^2}{abr}$ | $abr-1$ | | | |

- FV= fuente de variabilidad
- SC = suma de cuadrados
- GL = grados de libertad
- CM = cuadrado medio
- Fc = estadístico de prueba
- Ft = F significancia

3.7.5.2. Coeficiente de variación (CV)

$$CV\% = (\sqrt{MSE/X}) * 100$$

Donde:

- MSE = Cuadrado medio del Error experimental.
- X = Media total.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Porcentaje de germinación de semillas de palto

Se calculó el promedio del porcentaje de germinación según la repetición y el tratamiento, ver Anexo 6, teniendo como resultado lo siguiente:

Tabla 7

Porcentaje de germinación después de la siembra

| Tratamiento | Evaluación | | | | | |
|-------------|------------|----|----|---------|----|----|
| | 25 días | | | 50 días | | |
| | R1 | R2 | R3 | R1 | R2 | R3 |
| T1 | 0 | 0 | 0 | 40 | 40 | 40 |
| T2 | 20 | 10 | 0 | 60 | 60 | 50 |
| T3 | 10 | 0 | 10 | 40 | 40 | 40 |
| T4 | 10 | 0 | 30 | 40 | 40 | 50 |
| T5 | 10 | 0 | 0 | 40 | 40 | 40 |
| T6 | 30 | 30 | 30 | 50 | 50 | 60 |
| T7 | 30 | 10 | 30 | 90 | 90 | 90 |
| T8 | 20 | 10 | 20 | 50 | 40 | 40 |

En los datos obtenidos a los 25 días después de la siembra, se observó que hubo diferencia entre los tratamientos, siendo el T1 el que no registró germinación, mientras que el T6 presentó mayor porcentaje de germinación en promedio. A los 50 días después de la siembra, se observó que hubo diferencia entre los tratamientos, siendo T1, T3 y T5 los que registraron menor porcentaje de germinación en promedio, mientras que el T7 presentó mayor porcentaje de germinación.

4.1.2. Análisis de varianza del Porcentaje de germinación

Tabla 8

Análisis de varianza a los 25 días después de la siembra

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------------------|----|------------------|--------|------|
| Modelo corregido | 2162,500 ^a | 7 | 308,929 | 4,361 | ,007 |
| Intersección | 4004,167 | 1 | 4004,167 | 56,529 | ,000 |
| SEMILLA | 1204,167 | 1 | 1204,167 | 17,000 | ,001 |
| DOSIS | 779,167 | 3 | 259,722 | 3,667 | ,035 |
| SEMILLA * DOSIS | 179,167 | 3 | 59,722 | ,843 | ,490 |
| Error | 1133,333 | 16 | 70,833 | | |
| Total | 7300,000 | 24 | | | |
| Total corregido | 3295,833 | 23 | | | |

a. R al cuadrado = ,656 (R al cuadrado ajustada = ,506)

- **Semilla**

En la tabla 8 el estadístico de prueba para el factor semilla es 17,000; generando una significancia $p = 0,001 < 0,05$. Por esta razón se concluye que uno de los dos niveles de la semilla es significativamente diferente en promedio.

- **Dosis**

En la tabla 8 el estadístico de prueba para el factor dosis es 3,667; generando una significancia $p = 0,035 < 0,05$. Por esta razón se concluye que uno de los cuatro niveles de dosis es significativamente diferente en promedio.

- **Semilla*Dosis**

En la tabla 8 el estadístico de prueba para la combinación de los factores semillas y dosis es 0,843; generando una significancia $p = 0,490 > 0,05$. Por esta razón se concluye que la combinación de los factores semillas y dosis no es significativamente diferente en promedio.

Tabla 9

Análisis de varianza a los 50 días después de la siembra del porcentaje de germinación

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------------------|----|------------------|----------|------|
| Modelo corregido | 6116,667 ^a | 7 | 873,810 | 52,429 | ,000 |
| Intersección | 62016,667 | 1 | 62016,667 | 3721,000 | ,000 |
| SEMILLA | 2400,000 | 1 | 2400,000 | 144,000 | ,000 |
| DOSIS | 2150,000 | 3 | 716,667 | 43,000 | ,000 |
| SEMILLA * DOSIS | 1566,667 | 3 | 522,222 | 31,333 | ,000 |
| Error | 266,667 | 16 | 16,667 | | |
| Total | 68400,000 | 24 | | | |
| Total corregido | 6383,333 | 23 | | | |

a. R al cuadrado = .958 (R al cuadrado ajustada = .940)

- **Semilla**

En la tabla 9 el estadístico de prueba para el factor semilla es 144,000; generando una significancia $p = 0,000 < 0,05$. Por esta razón se concluye que uno de los dos niveles de la semilla es significativamente diferente en promedio.

- **Dosis**

En la tabla 9 el estadístico de prueba para el factor dosis es 43,000; generando una significancia $p = 0,000 < 0,05$. Por esta razón se concluye que uno de los cuatro niveles de dosis es significativamente diferente en promedio.

- **Semilla*Dosis**

En la tabla 9 el estadístico de prueba para los factores semillas y dosis es 31,333; generando una significancia $p = 0,000 < 0,05$. Por esta razón se concluye que la combinación de los factores semilla y dosis es significativamente diferente en promedio.

- **Coefficiente de variación**

$$CV = (\sqrt{16,667/51}) * 100$$

$$CV = 8\%$$

Este coeficiente de variación indica que en nuestro experimento existe diferencia significativa entre los resultados.

4.1.3. Prueba de Tukey para las dosis en el Porcentaje de germinación

Tabla 10

Prueba Tukey a los 25 días para las dosis en el porcentaje de germinación

| | Dosis | N | Subconjunto | |
|--------------------------|-------|---|-------------|--|
| | | | 1 | |
| HSD Tukey ^{a,b} | D1 | 6 | 5,00 | |
| | D4 | 6 | 10,00 | |
| | D2 | 6 | 18,33 | |
| | D3 | 6 | 18,33 | |
| | Sig. | | ,062 | |

Aplicada la prueba de Tukey en el porcentaje de germinación a los 25 días después de la siembra, comparando las medias por pares, no encontramos diferencias significativas entre las dosis, no obstante, se observó que la mejor dosis de AG3 fue de D3, y la menos recomendada fue de D1.

Tabla 11

Prueba Tukey a los 50 días para las dosis en el porcentaje de germinación

| | Dosis | N | Subconjunto | |
|--------------------------|-------|---|-------------|-------|
| | | | 1 | 2 |
| HSD Tukey ^{a,b} | D4 | 6 | 41,67 | |
| | D2 | 6 | 46,67 | |
| | D1 | 6 | 48,33 | |
| | D3 | 6 | | 66,67 |
| | Sig. | | ,053 | 1,000 |

Realizada la prueba de Tukey en el porcentaje de germinación a los 50 días después de la siembra, comparando las medias por pares se determinó que existe diferencia significativa entre $\mu_{.1} \neq \mu_{.3}$, $\mu_{.2} \neq \mu_{.3}$, $\mu_{.4} \neq \mu_{.3}$, siendo la mejor dosis de AG3, D3 y la menos recomendada D4.

4.1.4. Prueba de Tukey para los tratamientos en el Porcentaje de germinación

Tabla 12

Prueba Tukey a los 25 días para los tratamientos en el porcentaje de germinación

| Tratamientos | N | Subconjunto para alfa = 0,05 | |
|--------------|---|------------------------------|-------|
| | | 1 | 2 |
| T1 | 3 | ,00 | |
| T5 | 3 | 3,33 | |
| T3 | 3 | 6,67 | 6,67 |
| T2 | 3 | 10,00 | 10,00 |
| T4 | 3 | 13,33 | 13,33 |
| T8 | 3 | 16,67 | 16,67 |
| T7 | 3 | 23,33 | 23,33 |
| T6 | 3 | | 30,00 |
| Sig. | | ,057 | ,057 |

Aplicada la prueba de Tukey en el porcentaje de germinación a los 25 días después de la siembra, comparando las medias por pares, se ha determinado que existe significancia entre $\mu_1 \neq \mu_6$, $\mu_5 \neq \mu_6$; concluyendo que el mejor tratamiento es el T6 y el menos recomendado es el T1.

Tabla 13

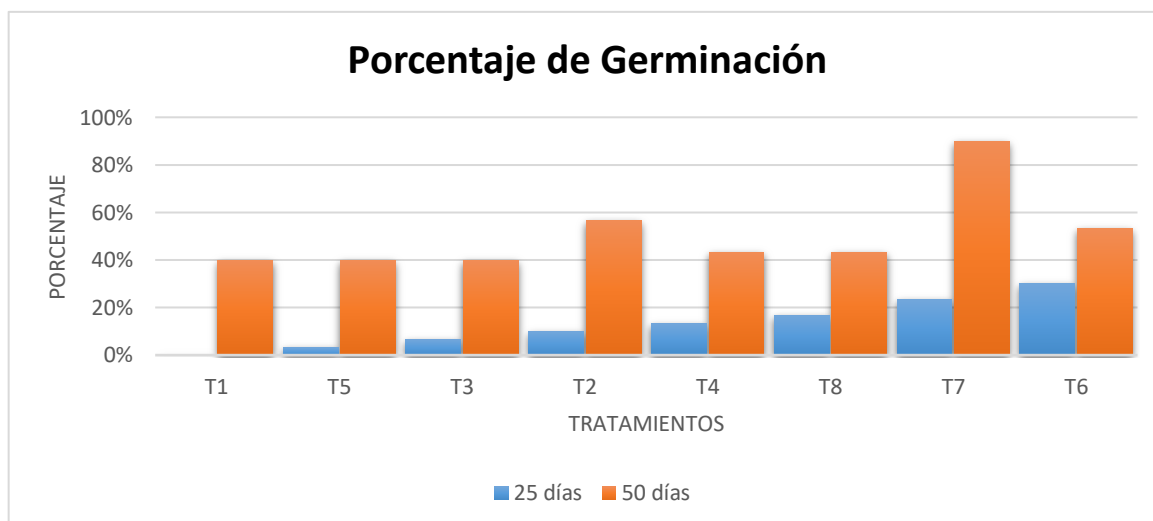
Prueba Tukey a los 50 días para los tratamientos en el porcentaje de germinación

| Tratamientos | N | Subconjunto para alfa = 0,05 | | | |
|--------------|---|------------------------------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| T1 | 3 | 40,00 | | | |
| T3 | 3 | 40,00 | | | |
| T5 | 3 | 40,00 | | | |
| T4 | 3 | 43,33 | 43,33 | | |
| T8 | 3 | 43,33 | 43,33 | | |
| T6 | 3 | | 53,33 | 53,33 | |
| T2 | 3 | | | 56,67 | |
| T7 | 3 | | | | 90,00 |
| Sig. | | ,968 | ,116 | ,968 | 1,000 |

Aplicada la prueba de Tukey en el porcentaje de germinación a los 50 días después de la siembra, comparando las medias por pares, se determinó que existe significancia entre $\mu_1 \neq \mu_6$, $\mu_1 \neq \mu_2$, $\mu_1 \neq \mu_7$, $\mu_3 \neq \mu_6$, $\mu_3 \neq \mu_2$, $\mu_3 \neq \mu_7$, $\mu_5 \neq \mu_6$, $\mu_5 \neq \mu_2$, $\mu_5 \neq \mu_7$, $\mu_4 \neq \mu_2$, $\mu_4 \neq \mu_7$, $\mu_8 \neq \mu_2$, $\mu_8 \neq \mu_7$, $\mu_6 \neq \mu_7$, $\mu_2 \neq \mu_7$; concluyendo que el mejor tratamiento es el T7 y el menos recomendado es el T1.

Figura 25

Gráfico del parámetro porcentaje de germinación



4.1.5. Altura de planta de palto

Se calculó el promedio de la altura de planta según la repetición y el tratamiento, ver Anexo 7, teniendo como resultado lo siguiente:

Tabla 14

Altura de planta a los 20 días después de la emergencia

| Tratamiento | Evaluación | | | | | | | | |
|-------------|------------|-------|-------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|
| | 20 días | | | 35 días | | | 50 días | | |
| | R1 | R2 | R3 | R1 | R2 | R3 | R1 | R2 | R3 |
| T1 | 14,63 | 16,00 | 4,50 | 17,50 | 20,75 | 10,00 | 21,13 | 25,75 | 20,00 |
| T2 | 12,75 | 14,38 | 13,63 | 17,13 | 19,00 | 17,75 | 30,50 | 28,75 | 31,5 |
| T3 | 24,88 | 11,88 | 20,00 | 31,25 | 20,13 | 28,50 | 42,50 | 31,00 | 36,75 |
| T4 | 24,00 | 18,50 | 37,50 | 32,25 | 24,75 | 45,75 | 40,00 | 35,75 | 50,75 |
| T5 | 7,50 | 6,50 | 26,00 | 16,75 | 13,75 | 37,00 | 23,25 | 26,00 | 43,50 |
| T6 | 19,75 | 22,38 | 23,25 | 28,75 | 26,75 | 30,75 | 40,75 | 35,50 | 34,50 |
| T7 | 29,00 | 27,5 | 31,5 | 35,25 | 34,5 | 39,75 | 50,50 | 51,00 | 51,50 |
| T8 | 23,25 | 17,50 | 27,13 | 32,38 | 28,50 | 33,50 | 38,25 | 36,00 | 43,75 |

En los datos obtenidos a los 20 días después de la emergencia, se observó que hubo diferencia entre los tratamientos, siendo el T1 el que registró menor altura de planta en promedio, mientras que el T7 presentó mayor altura de planta. A los 35 días después de la emergencia, se observó que hubo diferencia entre los tratamientos, siendo T1 y T2 los que registraron menor altura de planta en promedio, mientras que el T7 presentó mayor altura de planta. Finalmente, a los 50 días después de la emergencia, se observó que hubo diferencia entre los tratamientos, siendo T1 y T2 los que registraron menor altura de planta en promedio, mientras que el T7 presentó mayor altura de planta.

4.1.6. Análisis de varianza de la altura de planta

Tabla 15

Análisis de varianza a los 20 días después de la emergencia

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------------------|----|------------------|---------|-------|
| Modelo corregido | 889,865a | 7 | 127,124 | 3,079 | 0,030 |
| Intersección | 9357,945 | 1 | 9357,945 | 226,657 | 0,000 |
| SEMILLA | 104,709 | 1 | 104,709 | 2,536 | 0,131 |
| DOSIS | 731,982 | 3 | 243,994 | 5,910 | 0,007 |
| SEMILLA * DOSIS | 53,174 | 3 | 17,725 | 0,429 | 0,735 |
| Error | 660,588 | 16 | 41,287 | | |
| Total | 10908,398 | 24 | | | |
| Total corregido | 1550,453 | 23 | | | |

a. R al cuadrado = ,574 (R al cuadrado ajustada = ,388)

- **Semilla**

En la tabla 15 el estadístico de prueba para el factor semilla es 2,536; generando una significancia $p = 0,131 > 0,05$. Por esta razón se concluye que no existe diferencia significativa.

- **Dosis**

En la tabla 15 el estadístico de prueba para el factor dosis es 5,910; generando una significancia $p = 0,007 < 0,05$. Por esta razón se concluye que uno de los cuatro niveles de dosis es significativamente diferente en promedio.

- **Semilla*Dosis**

En la tabla 15 el estadístico de prueba para los factores semilla y dosis es 0,429; generando una significancia $p = 0,735 > 0,05$. Por esta razón se concluye que la combinación de los factores semilla y dosis no presenta diferencia significativa en promedio.

Tabla 16

Análisis de varianza a los 35 días después de la emergencia

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------------------|----|------------------|---------|-------|
| Modelo corregido | 1159,842a | 7 | 165,692 | 3,713 | 0,014 |
| Intersección | 17194,371 | 1 | 17194,371 | 385,326 | 0,000 |
| SEMILLA | 86,754 | 1 | 86,754 | 1,944 | 0,182 |
| DOSIS | 1019,780 | 3 | 339,927 | 7,618 | 0,002 |
| SEMILLA * DOSIS | 53,308 | 3 | 17,769 | 0,398 | 0,756 |
| Error | 713,967 | 16 | 44,623 | | |
| Total | 19068,181 | 24 | | | |
| Total corregido | 1873,809 | 23 | | | |

a. R al cuadrado = ,619 (R al cuadrado ajustada = ,452)

- **Semilla**

En la tabla 16 el estadístico de prueba para el factor semilla es 1,944; generando una significancia $p = 0,182 > 0,05$. Por esta razón se concluye que no existe diferencia significativa.

- **Dosis**

En la tabla 16 el estadístico de prueba para el factor dosis es 7,618; generando una significancia $p = 0,002 < 0,05$. Por esta razón se concluye que uno de los cuatro niveles de dosis es significativamente diferente en promedio.

- **Semilla*Dosis**

En la tabla 16 el estadístico de prueba para los factores semillas y dosis es 0,398; generando una significancia $p = 0,756 > 0,05$. Por esta razón se concluye que la combinación de los factores semilla y dosis no presenta diferencia significativa en promedio.

Tabla 17

Análisis de varianza a los 50 días después de la emergencia

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------------------|----|------------------|---------|-------|
| Modelo corregido | 1629,097a | 7 | 232,728 | 7,339 | 0,000 |
| Intersección | 31113,361 | 1 | 31113,361 | 981,118 | 0,000 |
| SEMILLA | 212,237 | 1 | 212,237 | 6,693 | 0,020 |
| DOSIS | 1344,824 | 3 | 448,275 | 14,136 | 0,000 |
| SEMILLA * DOSIS | 72,036 | 3 | 24,012 | 0,757 | 0,534 |
| Error | 507,395 | 16 | 31,712 | | |
| Total | 33249,852 | 24 | | | |
| Total corregido | 2136,491 | 23 | | | |

a. R al cuadrado = ,763 (R al cuadrado ajustada = ,659)

- **Semilla**

En la tabla 17 el estadístico de prueba para el factor semilla es 6,693; generando una significancia $p = 0,02 < 0,05$. Por esta razón se concluye que uno de los dos niveles de la semilla es significativamente diferente en promedio.

- **Dosis**

En la tabla 17 el estadístico de prueba para el factor dosis es 14,136; generando una significancia $p = 0,000 < 0,05$. Por esta razón se concluye que uno de los cuatro niveles de dosis es significativamente diferente en promedio.

- **Semilla*Dosis**

En la tabla 17 el estadístico de prueba para los factores semillas y dosis es 0,757; generando una significancia $p = 0,534 > 0,05$. Por esta razón se concluye que la combinación de los factores semilla y dosis no presenta diferencia significativa en promedio.

- **Coefficiente de variación**

$$CV = (\sqrt{31,712/36,20}) * 100$$

$$CV = 15,56\%$$

Este coeficiente de variación indica que en nuestro experimento existe diferencia significativa entre los resultados.

4.1.7. Prueba de Tukey para las dosis en la altura de planta

Tabla 18

Prueba Tukey a los 20 días para las dosis en la altura de planta

| | Dosis | N | Subconjunto | |
|-----------------------------|-------|---|-------------|---------|
| | | | 1 | 2 |
| HSD Tukey ^{a,b} | D1 | 6 | 17,0217 | |
| | D4 | 6 | 26,9800 | 26,9800 |
| | D2 | 6 | 27,6883 | 27,6883 |
| | D3 | 6 | | 35,3750 |
| | Sig. | | 0,060 | 0,172 |

Realizada la prueba de Tukey en altura de planta a los 20 días después de la emergencia, comparando las medias por pares se determinó que existe diferencia significativa entre $\mu_{.1} \neq \mu_{.3}$, siendo la mejor dosis de AG3, el nivel D3 y la menos recomendada D1.

Tabla 19

Prueba Tukey a los 35 días de la altura de planta

| | Dosis | N | Subconjunto | |
|-----------------------------|-------|---|-------------|---------|
| | | | 1 | 2 |
| HSD Tukey ^{a,b} | D1 | 6 | 17,0217 | |
| | D4 | 6 | 26,9800 | 26,9800 |
| | D2 | 6 | 27,6883 | 27,6883 |
| | D3 | 6 | | 35,3750 |
| | Sig. | | 0,060 | 0,172 |

Realizada la prueba de Tukey en altura de planta a los 35 días después de la emergencia, comparando las medias por pares se determinó que existe diferencia significativa entre $\mu_{.1} \neq \mu_{.3}$, siendo la mejor dosis de AG3, el nivel D3 y la menos recomendada D1.

Tabla 20

Prueba Tukey a los 50 días para las dosis en la altura de planta

| | Dosis | N | Subconjunto | | |
|------------------------------|-------|---|-------------|---------|---------|
| | | | 1 | 2 | 3 |
| HSD Tukey ^{a, b} | D1 | 6 | 25,4800 | | |
| | D4 | 6 | | 35,1250 | |
| | D2 | 6 | | 36,8333 | |
| | D3 | 6 | | | 46,5833 |
| | Sig. | | 1,000 | 0,952 | 1,000 |

Realizada la prueba de Tukey en altura de planta a los 50 días después de la emergencia, comparando las medias por pares se determinó que existe diferencia significativa entre $\mu_{.1} \neq \mu_{.4}$, $\mu_{.1} \neq \mu_{.2}$, $\mu_{.1} \neq \mu_{.3}$, $\mu_{.4} \neq \mu_{.3}$, $\mu_{.2} \neq \mu_{.3}$; siendo la mejor dosis de AG3, el nivel D3 y la menos recomendada D1.

4.1.8. Prueba de Tukey para los tratamientos en la altura de planta

Tabla 21

Prueba Tukey a los 20 días para los tratamientos de la altura de planta

| Tratamientos | N | Subconjunto |
|--------------|---|------------------|
| | | para alfa = 0,05 |
| | | 1 |
| T1 | 3 | 11,7100 |
| T5 | 3 | 13,3333 |
| T2 | 3 | 13,5867 |
| T3 | 3 | 18,9200 |
| T6 | 3 | 21,7933 |
| T8 | 3 | 22,6267 |
| T4 | 3 | 26,6667 |
| T7 | 3 | 29,3333 |
| Sig. | | 0,061 |

Aplicada la prueba de Tukey en la altura de planta a los 20 días después de la emergencia, comparando las medias por pares, se determinó que no existe significancia entre los tratamientos; pero se ve que el mejor tratamiento es el T7 y el menos recomendado es el T1.

Tabla 22

Prueba Tukey a los 35 días de la altura de planta

| Tratamientos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
|--------------|---|------------------------------|---------|
| | | 1 | 2 |
| T1 | 3 | 16,0833 | |
| T2 | 3 | 17,9600 | 17,9600 |
| T5 | 3 | 22,5000 | 22,5000 |
| T3 | 3 | 26,6267 | 26,6267 |
| T6 | 3 | 28,7500 | 28,7500 |
| T8 | 3 | 31,4600 | 31,4600 |
| T4 | 3 | 34,2500 | 34,2500 |
| T7 | 3 | | 36,5000 |
| Sig. | | 0,064 | 0,056 |

Aplicada la prueba de Tukey en la altura de planta a los 35 días después de la emergencia, comparando las medias por pares, se determinó que existe significancia entre $\mu_1 \neq \mu_7$; concluyendo que el mejor tratamiento es el T7 y el menos recomendado es el T1.

Tabla 23

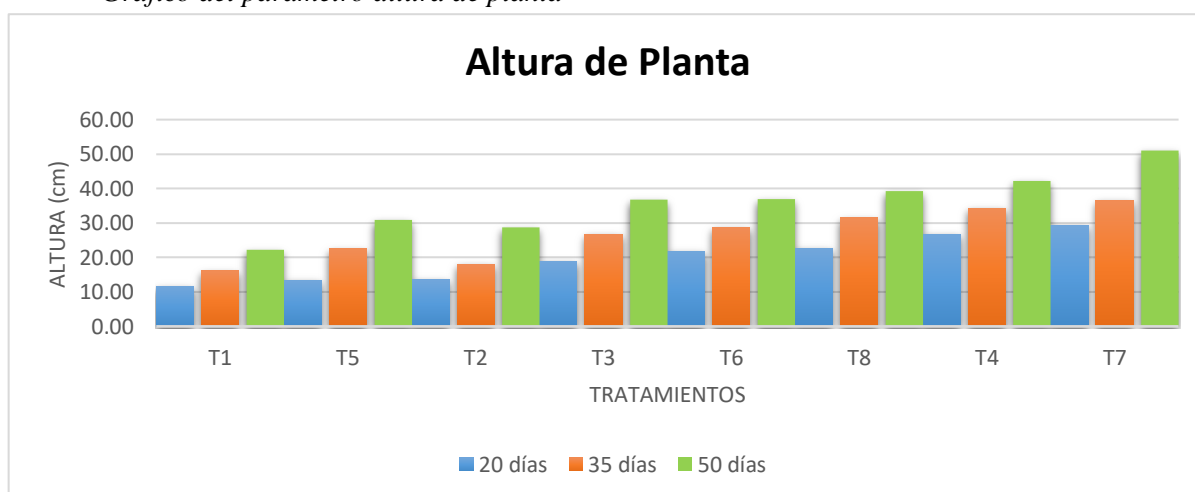
Prueba Tukey a los 50 días de los tratamientos en la altura de planta

| Tratamientos | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
|--------------|---|------------------------------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| T1 | 3 | 22,2933 | | |
| T2 | 3 | 28,6667 | 28,6667 | |
| T5 | 3 | 30,9167 | 30,9167 | |
| T3 | 3 | 36,7500 | 36,7500 | 36,7500 |
| T6 | 3 | 36,9167 | 36,9167 | 36,9167 |
| T8 | 3 | | 39,3333 | 39,3333 |
| T4 | 3 | | 42,1667 | 42,1667 |
| T7 | 3 | | | 51,0000 |
| Sig. | | 0,084 | 0,129 | 0,097 |

Aplicada la prueba de Tukey en la altura de planta a los 50 días después de la emergencia, comparando las medias por pares, se determinó que existe significancia entre $\mu_1 \neq \mu_8$, $\mu_1 \neq \mu_4$, $\mu_1 \neq \mu_7$, $\mu_2 \neq \mu_8$, $\mu_2 \neq \mu_4$, $\mu_2 \neq \mu_7$, $\mu_5 \neq \mu_8$, $\mu_5 \neq \mu_4$, $\mu_5 \neq \mu_7$, $\mu_8 \neq \mu_7$, $\mu_4 \neq \mu_7$; concluyendo que el mejor tratamiento es el T7 y el menos recomendado es el T1.

Figura 26

Gráfico del parámetro altura de planta



4.1.9. Diámetro de tallo de palto

Se calculó el promedio del diámetro de tallo según la repetición y el tratamiento, ver Anexo 8, teniendo como resultado lo siguiente:

Tabla 24

Diámetro de tallo después de la emergencia

| Tratamiento | Evaluación | | | | | | | | |
|-------------|------------|------|------|---------|------|------|---------|------|------|
| | 20 días | | | 35 días | | | 50 días | | |
| | R1 | R2 | R3 | R1 | R2 | R3 | R1 | R2 | R3 |
| T1 | 3,85 | 4,18 | 2,81 | 4,23 | 4,85 | 3,57 | 5,57 | 5,86 | 5,59 |
| T2 | 3,55 | 4,39 | 3,68 | 4,03 | 4,93 | 4,22 | 5,59 | 7,03 | 5,37 |
| T3 | 4,11 | 3,49 | 4,24 | 4,71 | 4,23 | 4,71 | 6,09 | 5,37 | 5,91 |
| T4 | 3,91 | 3,23 | 5,85 | 4,14 | 3,73 | 6,49 | 5,57 | 4,89 | 7,42 |
| T5 | 2,58 | 2,58 | 4,91 | 3,05 | 3,06 | 5,49 | 4,64 | 4,2 | 5,85 |
| T6 | 4,31 | 4,1 | 3,97 | 4,93 | 4,58 | 4,49 | 6,53 | 5,91 | 5,94 |
| T7 | 5,44 | 6,31 | 6,6 | 5,89 | 6,93 | 7,45 | 7,41 | 7,92 | 7,97 |
| T8 | 3,20 | 3,36 | 5,65 | 3,68 | 4,14 | 6,19 | 5,17 | 5,3 | 7,3 |

En los datos obtenidos a los 20 días después de la emergencia, se observó que hubo diferencia entre los tratamientos, siendo T1 y T5 los que registraron menor diámetro de tallo en promedio, mientras que el T7 presentó mayor diámetro de tallo planta. A los 35 días después de la emergencia, se observó que hubo diferencia entre los tratamientos, siendo T1 y T5 los que registraron menor diámetro de tallo en promedio, mientras que el T7 presentó mayor diámetro de tallo planta. Por último, a los 50 días después de la emergencia, se observó que hubo diferencia entre los tratamientos, siendo T1 y T5 los que registraron menor diámetro de tallo en promedio, mientras que el T7 presentó mayor diámetro de tallo planta.

4.1.10. Análisis de varianza del diámetro de tallo

Tabla 25

Análisis de varianza a los 20 días después de la emergencia

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------------------|----|------------------|---------|------|
| Modelo corregido | 14,807 ^a | 7 | 2,115 | 2,486 | ,062 |
| Intersección | 419,170 | 1 | 419,170 | 492,642 | ,000 |
| SEMILLA | 3,241 | 1 | 3,241 | 3,809 | ,069 |
| DOSIS | 9,105 | 3 | 3,035 | 3,567 | ,038 |
| SEMILLA * DOSIS | 2,460 | 3 | ,820 | ,964 | ,434 |
| Error | 13,614 | 16 | ,851 | | |
| Total | 447,591 | 24 | | | |
| Total corregido | 28,421 | 23 | | | |

a. R al cuadrado = ,521 (R al cuadrado ajustada = ,311)

- **Semilla**

En la tabla 25 el estadístico de prueba para el factor semilla es 3,809; generando una significancia $p = 0,069 > 0,05$. Por esta razón se concluye que no existe diferencia significativa.

- **Dosis**

En la tabla 25 el estadístico de prueba para el factor dosis es 3,567; generando una significancia $p = 0,038 < 0,05$. Por esta razón se concluye que uno de los cuatro niveles de dosis es significativamente diferente en promedio.

- **Variedad*Dosis**

En la tabla 25 el estadístico de prueba para los factores semillas y dosis es 0,964; generando una significancia $p = 0,434 > 0,05$. Por esta razón se concluye que la combinación de los factores semilla y dosis no presenta diferencia significativa en promedio.

Tabla 26

Análisis de varianza a los 35 días después de la emergencia

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------------------|----|------------------|---------|------|
| Modelo corregido | 15,834 ^a | 7 | 2,262 | 2,447 | ,066 |
| Intersección | 538,512 | 1 | 538,512 | 582,589 | ,000 |
| SEMILLA | 3,523 | 1 | 3,523 | 3,811 | ,069 |
| DOSIS | 8,982 | 3 | 2,994 | 3,239 | ,050 |
| SEMILLA * DOSIS | 3,329 | 3 | 1,110 | 1,201 | ,341 |
| Error | 14,789 | 16 | ,924 | | |
| Total | 569,135 | 24 | | | |
| Total corregido | 30,624 | 23 | | | |

a. R al cuadrado = ,517 (R al cuadrado ajustada = ,306)

- **Semilla**

En la tabla 26 el estadístico de prueba para el factor semilla es 3,811; generando una significancia $p = 0,069 > 0,05$. Por esta razón se concluye que no existe diferencia significativa.

- **Dosis**

En la tabla 26 el estadístico de prueba para el factor dosis es 3,239; generando una significancia $p = 0,050 = 0,05$. Por esta razón se concluye que uno de los cuatro niveles de dosis es significativamente diferente en promedio.

- **Semilla*Dosis**

En la tabla 26 el estadístico de prueba para los factores semilla y dosis es 1,201; generando una significancia $p = 0,341 > 0,05$. Por esta razón se concluye que la combinación de los factores semilla y dosis no presenta diferencia significativa en promedio.

Tabla 27

Análisis de varianza a los 50 días después de la emergencia

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------------------|----|------------------|----------|-------|
| Modelo corregido | 13,532a | 7 | 1,933 | 3,052 | 0,031 |
| Intersección | 868,807 | 1 | 868,807 | 1371,493 | 0,000 |
| SEMILLA | 4,576 | 1 | 4,576 | 7,224 | 0,016 |
| DOSIS | 6,728 | 3 | 2,243 | 3,540 | 0,039 |
| SEMILLA * DOSIS | 2,228 | 3 | 0,743 | 1,172 | 0,351 |
| Error | 10,136 | 16 | 0,633 | | |
| Total | 892,474 | 24 | | | |
| Total corregido | 23,667 | 23 | | | |

a. R al cuadrado = ,572 (R al cuadrado ajustada = ,384)

- **Semilla**

En la tabla 27 el estadístico de prueba para el factor semilla es 7,224; generando una significancia $p = 0,016 < 0,05$. Por esta razón se concluye que uno de los dos niveles de la semilla es significativamente diferente en promedio.

- **Dosis**

En la tabla 27 el estadístico de prueba para el factor dosis es 3,540; generando una significancia $p = 0,039 < 0,05$. Por esta razón se concluye que uno de los cuatro niveles de dosis es significativamente diferente en promedio.

- **Semilla*Dosis**

En la tabla 27 el estadístico de prueba para los factores semilla y dosis es 1,172; generando una significancia $p = 0,351 > 0,05$. Por esta razón se concluye que la combinación de los factores semilla y dosis no presenta diferencia significativa en promedio.

- **Coefficiente de variación**

$$CV = (\sqrt{0,633/6,02}) * 100$$

$$CV = 13,21\%$$

Este coeficiente de variación indica que en nuestro experimento existe diferencia significativa entre los resultados.

4.1.11. Prueba de Tukey de las dosis en el diámetro de tallo

Tabla 28

Prueba Tukey a los 20 días de las dosis en el diámetro de tallo

| | | N | Subconjunto | |
|-----------------------------|------|---|-------------|--|
| | | | 1 | |
| HSD Tukey ^{a,b} | D4 | 6 | 3,7133 | |
| | D1 | 6 | 3,7433 | |
| | D2 | 6 | 4,0367 | |
| | D3 | 6 | 5,2233 | |
| | Sig. | | ,053 | |

Realizada la prueba de Tukey en diámetro de tallo a los 20 días después de la emergencia, comparando las medias por pares, no encontramos diferencias significativas entre las dosis, no obstante, se observa que la mejor dosis de AG3 es D3 y la menos recomendada es D4.

Tabla 29

Prueba Tukey a los 35 días de las dosis en el diámetro de tallo

| | Dosis | N | Subconjunto | |
|-----------------------------|-------|---|-------------|------|
| | | | 1 | |
| HSD Tukey ^{a,b} | D4 | 6 | 4,2675 | |
| | D1 | 6 | 4,3025 | |
| | D2 | 6 | 4,6058 | |
| | D3 | 6 | 5,7717 | |
| | Sig. | | | ,067 |

Realizada la prueba de Tukey en el diámetro de tallo a los 35 días después de la emergencia, comparando las medias por pares, no encontramos diferencias significativas entre las dosis, no obstante, se observa que la mejor dosis de AG3 es D3 y la menos recomendada es D4.

Tabla 30

Prueba Tukey a los 50 días de las dosis en el diámetro de tallo

| | Dosis | N | Subconjunto | |
|-----------------------------|-------|---|-------------|--------|
| | | | 1 | 2 |
| HSD Tukey ^{a,b} | D4 | 6 | 5,4100 | |
| | D1 | 6 | 5,8350 | 5,8350 |
| | D2 | 6 | 5,9583 | 5,9583 |
| | D3 | 6 | | 6,8633 |
| | Sig. | | 0,640 | 0,155 |

Realizada la prueba de Tukey el diámetro de tallo a los 50 días después de la emergencia, comparando las medias por pares se determinó que existe diferencia significativa entre $\mu_{.4} \neq \mu_{.3}$; siendo la mejor dosis de AG3, el nivel D3 y la menos recomendada D4.

4.1.12. Prueba de Tukey de los tratamientos en el diámetro de tallo

Tabla 31

Prueba Tukey a los 20 días de los tratamientos en el diámetro de tallo

| Tratamiento | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
|-------------|---|------------------------------|--------|
| | | 1 | 2 |
| T5 | 3 | 3,3567 | |
| T1 | 3 | 3,6133 | 3,6133 |
| T2 | 3 | 3,8733 | 3,8733 |
| T3 | 3 | 3,9467 | 3,9467 |
| T8 | 3 | 4,0700 | 4,0700 |
| T6 | 3 | 4,1267 | 4,1267 |
| T4 | 3 | 4,3300 | 4,3300 |
| T7 | 3 | | 6,1167 |
| Sig. | | ,889 | ,065 |

Aplicada la prueba de Tukey en el diámetro de tallo a los 20 días después de la emergencia, comparando las medias por pares, se determinó que existe significancia entre $\mu_5 \neq \mu_7$; concluyendo que el mejor tratamiento es el T7 y el menos recomendado es el T5.

Tabla 32

Prueba Tukey a los 35 días de los tratamientos en el diámetro de tallo

| Tratamiento | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
|-------------|---|------------------------------|--------|
| | | 1 | 2 |
| T5 | 3 | 3,8667 | |
| T1 | 3 | 4,2150 | 4,2150 |
| T2 | 3 | 4,3900 | 4,3900 |
| T3 | 3 | 4,5467 | 4,5467 |
| T6 | 3 | 4,6650 | 4,6650 |
| T8 | 3 | 4,6683 | 4,6683 |
| T4 | 3 | 4,7867 | 4,7867 |
| T7 | 3 | | 6,7567 |
| Sig. | | ,929 | ,076 |

Aplicada la prueba de Tukey en el diámetro de tallo a los 35 días después de la emergencia, comparando las medias por pares, se determinó que existe significancia entre $\mu_5 \neq \mu_7$; concluyendo que el mejor tratamiento es el T7 y el menos recomendado es el T5.

Tabla 33

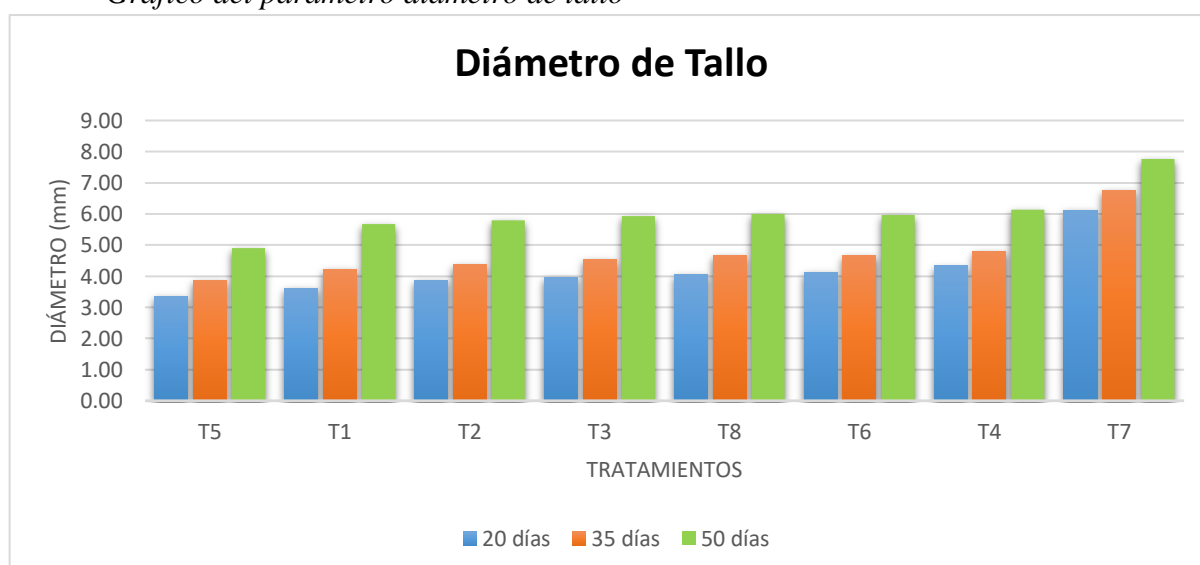
Prueba Tukey a los 50 días de los tratamientos en el diámetro de tallo

| Tratamiento | N | Subconjunto para alfa = 0,05 | |
|-------------|---|------------------------------|--------|
| | | 1 | 2 |
| T5 | 3 | 4,8967 | |
| T1 | 3 | 5,6733 | 5,6733 |
| T2 | 3 | 5,7900 | 5,7900 |
| T3 | 3 | 5,9233 | 5,9233 |
| T8 | 3 | 5,9600 | 5,9600 |
| T6 | 3 | 5,9967 | 5,9967 |
| T4 | 3 | 6,1267 | 6,1267 |
| T7 | 3 | | 7,7667 |
| Sig. | | 0,574 | 0,078 |

Aplicada la prueba de Tukey en el diámetro de tallo a los 50 días después de la emergencia, comparando las medias por pares, se determinó que existe significancia entre $\mu_5 \neq \mu_7$; concluyendo que el mejor tratamiento es el T7 y el menos recomendado es el T5.

Figura 27

Gráfico del parámetro diámetro de tallo



4.1.13. Longitud radicular de palto

Se calculó el promedio del diámetro de tallo según la repetición y el tratamiento, ver Anexo 9, teniendo como resultado lo siguiente:

Tabla 34

Longitud radicular a los 100 días después de la siembra

| Tratamiento | Repetición | | |
|-------------|------------|-------|-------|
| | R1 | R2 | R3 |
| T1 | 15,5 | 21,5 | 16,68 |
| T2 | 21,25 | 20,5 | 24,38 |
| T3 | 19,0 | 15,5 | 17,50 |
| T4 | 17,5 | 16,88 | 21,08 |
| T5 | 18,5 | 15,55 | 21,43 |
| T6 | 19,25 | 16,00 | 19,55 |
| T7 | 21,0 | 21,13 | 23,25 |
| T8 | 16,13 | 17,0 | 24,25 |

En los datos obtenidos a los 100 días después de la siembra, se observó que hubo diferencia entre los tratamientos, siendo T3 el que registró menor longitud de raíz en promedio, mientras que T2 y T7 presentaron mayor longitud de raíz.

4.1.14. Análisis de varianza de la longitud radicular

Tabla 35

Análisis de varianza a los 100 días después de la siembra

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------------------|----|------------------|----------|------|
| Modelo corregido | 65,649a | 7 | 9,378 | 1,327 | ,301 |
| Intersección | 8828,554 | 1 | 8828,554 | 1248,868 | ,000 |
| SEMILLA | 30,533 | 1 | 30,533 | 4,319 | ,054 |
| DOSIS | 21,506 | 3 | 7,169 | 1,014 | ,412 |
| SEMILLA * DOSIS | 13,610 | 3 | 4,537 | ,642 | ,599 |
| Error | 113,108 | 16 | 7,069 | | |
| Total | 9007,311 | 24 | | | |
| Total corregido | 178,757 | 23 | | | |

a. R al cuadrado = ,756 (R al cuadrado ajustada = ,650)

- **Semilla**

En la tabla 35 el estadístico de prueba para el factor semilla es 4,319; generando una significancia $p = 0,054 > 0,05$. Por esta razón se concluye que no existe diferencia significativa.

- **Dosis**

En la tabla 35 el estadístico de prueba para el factor dosis es 1,014; generando una significancia $p = 0,412 > 0,05$. Por esta razón se concluye que las dosis no existen diferencia significativa.

- **Semilla*Dosis**

En la tabla 35 el estadístico de prueba para los factores semilla y dosis es 0,642; generando una significancia $p = 0,599 > 0,05$. Por esta razón se concluye que la combinación de los factores semilla y dosis no presenta diferencia significativa en promedio.

- **Coefficiente de variación**

$$CV = (\sqrt{7,069/19,18}) * 100$$

$$CV = 13,21\%$$

Este coeficiente de variación indica que en nuestro experimento existe diferencia significativa entres los resultados.

4.1.15. Prueba de Tukey de las dosis en la longitud radicular

Tabla 36

Prueba Tukey a los 100 días de las dosis en la longitud radicular

| | Dosis | N | Subconjunto |
|-----------------------------|-------|---|-------------|
| | | | 1 |
| HSD Tukey ^{a,b} | D2 | 6 | 17,8000 |
| | D4 | 6 | 18,8100 |
| | D1 | 6 | 19,9683 |
| | D3 | 6 | 20,1400 |
| | Sig. | | ,447 |

Realizada la prueba de Tukey en la longitud radicular a los 100 días después de la siembra, comparando las medias por pares, no encontramos diferencias significativas entre las dosis, no obstante, se observa que la mejor dosis de AG3 es D3 y la menos recomendada es D2.

4.1.16. Prueba de Tukey de los tratamientos en la longitud radicular

Tabla 37

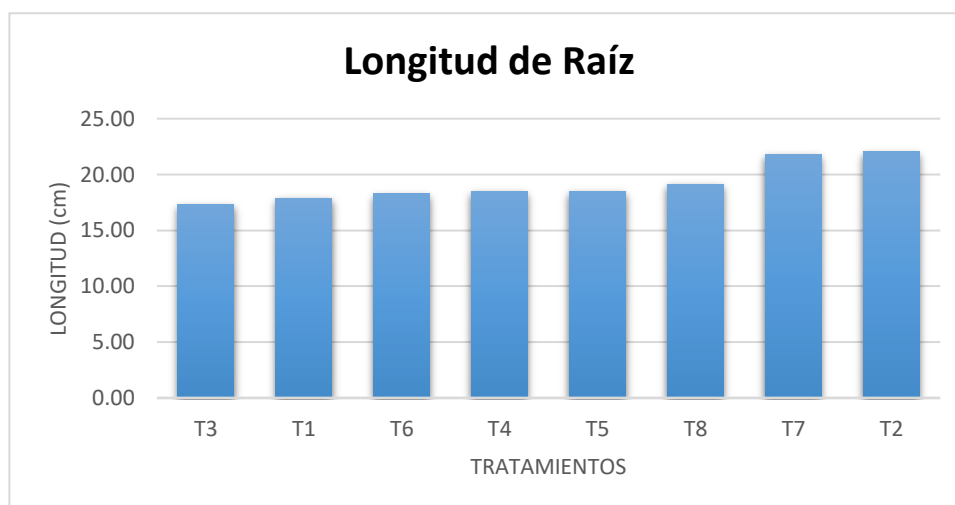
Prueba Tukey a los 100 días de los tratamientos en la longitud radicular

| Tratamiento | N | Subconjunto |
|-------------|---|-------------|
| | | 1 |
| T3 | 3 | 17,3333 |
| T1 | 3 | 17,8933 |
| T6 | 3 | 18,2667 |
| T4 | 3 | 18,4867 |
| T5 | 3 | 18,4933 |
| T8 | 3 | 19,1267 |
| T7 | 3 | 21,7933 |
| T2 | 3 | 22,0433 |
| Sig. | | ,416 |

Aplicada la prueba de Tukey en la longitud radicular a los 100 días después de la siembra, comparando las medias por pares, se determinó que no existe significancia entre los tratamientos; pero se ve que el mejor tratamiento es el T2 y el menos recomendado es el T3.

Figura 28

Gráfico del parámetro longitud de raíz



4.2. Discusión

4.2.1. Porcentaje de germinación.

Según la prueba de Tukey mostrada en la tabla 13 se observa que el T7 presentó mayor porcentaje de germinación (90 %). El tratamiento que presentó menor porcentaje de germinación (40 %) fue el T1 teniendo como resultado diferencia significativa entre los tratamientos.

Para Barreto y Calzado (2019), en su trabajo "Uso de ácido giberélico en la germinación de semillas de tres portainjertos de palto (*Persea americana* Mill) en condiciones de vivero", en esta investigación el patrón que destacó fue zutano con la concentración de 1500 mg L⁻¹ de AG3 y una tasa de germinación del 58,33%. Los patrones Mexicano con 50% y Topa topa 41,46%, utilizando concentraciones de 1500 y 2000 mg L⁻¹ de AG3. Estos resultados presentaron valores superiores a los obtenidos en el presente estudio.

Por otro lado, Mauricio, Pérez y Tacuche (2016) en su investigación, "Efecto de la aplicación de ácido giberélico en la germinación de variedades de palto (*Persea americana* Mill.) en condiciones de vivero del instituto de investigación frutícola Olerícola - Unheval - Cayhuayna - Huánuco - 2016", para el porcentaje de germinación, la variedad Bacon alcanzó un 97,25% con una concentración de 400 ppm, mientras que las otras variedades (Duke 7 y

Mexicano) tuvieron una germinación entre el 95% y el 100%. En contraste con estos hallazgos, nuestros datos de porcentaje de germinación revelaron valores inferiores a los obtenidos en este estudio.

Así mismo, Castro y Valencia (2021), en su trabajo, “Efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de pastos naturales - Huancavelica”, obtuvo los siguientes porcentajes de germinación: 68,33%; 65,75 %; 64,83% y 63,75 % para las concentraciones de 900; 0; 300 y 600 ppm de ácido giberélico respectivamente; sin presentar una diferencia significativa.

Lifeder (2019) menciona que, en el proceso de germinación, el embrión libera giberelinas que inciden sobre la capa de aleuronas, lo que provoca la producción de enzimas hidrolíticas, especialmente la α -amilasa. Esta enzima descompone el almidón en azúcares, los cuales son utilizados por el embrión según sus requerimientos. Se especula que las giberelinas activan genes que influyen en la síntesis de la α -amilasa, aunque aún no se ha confirmado si ejercen una influencia directa sobre el gen. Por otro lado, Ha, Morrow y Algiers (2020) indican que la presencia de agua resulta crucial para activar las giberelinas en algunas especies, lo que a su vez estimula la síntesis de la α -amilasa y el aumento del almidón en azúcares.

4.2.2. Altura de planta.

Según la prueba de Tukey mostrada en la tabla 23 se observa que el T7 presentó mayor altura de planta (51 cm), mientras que T1 presentó menor altura de planta (22,29 cm), teniendo como resultado diferencia significativa entre los tratamientos.

Para Barreto y Calzado (2019), en los resultados con respecto a la altura de la planta no revelaron diferencias significativas. Sin embargo, a los 90 días después de la siembra, el patrón Zutano destacó con 32,99 cm, seguido por el patrón Topa topa con 24,9 cm, y por último el patrón Mexicano con 21,53 cm. Se observa una similitud en cuanto a la variedad Zutano, ya que en ambas investigaciones se registraron alturas superiores.

Por otro lado, Marín (2016) en su investigación, “Efecto del ácido giberélico en la obtención de Portainjertos de palto (*Persea americana* Mill) var. Duke en Condiciones edafoclimáticas del distrito de Churubamba, Huánuco – 2016”, para altura de planta, se observó que el T3 (1,6 ‰ de ácido giberélico) destacó aritméticamente en los días 90 y 120 DDT, con alturas de 41,86 cm y 61,43 cm respectivamente. Sin embargo, nuestros datos de investigación difieren de los resultados encontrados en este estudio.

Por su parte Vargas et al. (2022), en su trabajo de investigación, “Efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de dos variedades de pitahaya”, en el experimento se evaluaron la emergencia (inicio, 50 % de emergencia y porcentaje total) y la altura de planta (21, 42 y 63 días). La mejor altura de plántula para la variedad blanca fue de 13,5 mm y para la variedad solferina de 12,3 mm, ambas en la concentración de 600 ppm de AG3.

Jordán y Casareto (2008) aseguran que las giberelinas (GAs) promueven la división y elongación celular en los tallos vegetales, especialmente en la porción sub-apical y el meristema intercalar. Aunque los mecanismos exactos aún no están claros, se sugiere que las GAs tienen un efecto complementario a la auxina en la soltura de la pared celular. Además, se ha identificado que las GAs afectan la actividad de la enzima XET, que permite nuevos arreglos de la pared celular. A nivel genético, las GAs degradan factores represores de la transcripción, promoviendo así el crecimiento en altura.

4.2.3. Diámetro de tallo.

Según la prueba de Tukey mostrada en la tabla 33 se observa que el T7 presentó mayor diámetro de tallo (7,77 mm), y el T5 presentó menor diámetro de tallo (4,90 mm), teniendo como resultado diferencia significativa entre los tratamientos.

Para Barreto y Calzado (2019), con respecto al diámetro de tallo, no se encontraron diferencias significativas. A los 90 días después de la siembra, zutano presentó 0,59 mm, seguido por topa topa con 0,49 mm y el menor diámetro fue para el mexicano con 0,43 mm.

Por el contrario, en nuestra investigación, se obtuvieron valores superiores a lo presentado en su trabajo.

De manera similar, Marín (2016) en el diámetro de tallo indica que no hubo diferencias significativas. El tratamiento T3 (1,6 ‰ de ácido giberélico) destaca a los 120 DDT con 10,68 mm. Sin embargo, nuestros datos resultaron inferiores a los obtenidos en esta investigación.

Por otro lado, López (2018) en su tesis titulado “Efecto de concentración de ácido giberélico en la germinación y crecimiento de plántulas de papaya (*Carica papaya* L.), bajo condiciones de vivero”, obtuvo que, para la concentración de 200 ppm, el diámetro de tallo fue 10,22 mm.

Davies (2010) nos dice que, el GA tiene un impacto en la creación y descomposición de elementos celulares, como las paredes celulares y los carbohidratos. Estos cambios metabólicos pueden tener un papel en el aumento del grosor del tallo al modificar la estructura y composición de las células y tejidos. Por lo tanto, el ácido giberélico está implicado en la regulación del engrosamiento del tallo al influir en la elongación celular, el metabolismo celular, su interacción con otras hormonas y la estimulación de la división celular.

4.2.4. Longitud de raíz.

Según la prueba de Tukey mostrada en la tabla 37 se observa que el T2 presentó mayor longitud de raíz (22,04 cm), y el T3 presentó menor longitud de raíz (17,33 cm), teniendo como resultado que no hay diferencia significativa entre los tratamientos.

Mauricio, Pérez y Tacuche (2016) según sus resultados, la variedad Bacon destacó al ser tratada con 200 y 400 ppm de ácido giberélico a los 30 DDG (4,30 - 21,05 cm). Por el contrario, nuestros datos mostraron valores superiores a los obtenidos en el estudio en cuestión.

Para Barreto y Calzado (2019), en su investigación no se observaron diferencias significativas en cuanto a la longitud de la raíz debido a la concentración de ácido giberélico (AG3). En concordancia con la investigación nosotros tampoco obtuvimos diferencia significativa para este parámetro.

Según los resultados obtenidos, al no encontrar diferencias significativas entre los datos. Kucera, Cohn y Leubner-Metzger (2005) indican que el GA interactúa con otras hormonas vegetales, como las auxinas, que son cruciales para el crecimiento y la elongación de las raíces. La interacción entre GA y auxinas puede ser sinérgica o antagónica, dependiendo del contexto hormonal y de la concentración de cada hormona. Las auxinas generalmente tienen un papel más dominante en la regulación del crecimiento de las raíces.

Taiz y Zeiger (2010) mencionan que el GA promueve la elongación celular en las raíces, aunque este efecto es más notorio en los tallos. En las raíces, la respuesta puede ser menos visible y dependerá de la concentración. Raven, Evert y Eichhorn (2005) afirman que el GA también puede afectar la tasa de división celular en el meristemo apical de la raíz, contribuyendo al alargamiento de la misma. El GA regula la expresión de genes implicados en el ciclo celular, aumentando la proliferación celular en las zonas de crecimiento de la raíz. Yamaguchi (2008) nos dice que el GA se une a receptores específicos que desencadenan una cascada de señalización, activando factores de transcripción que regulan genes asociados con la expansión y división celular en las raíces.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El efecto de la aplicación de ácido giberélico en la germinación de semillas de Palto (*Persea americana*) en vivero; dio como resultado que con la dosis 2000 mg/L-1 AG3 se obtuvo más semillas germinadas para zutano que para mexicano.

-En el porcentaje de germinación se encontró diferencia significativa, el mejor tratamiento fue el T7 (Semilla Zutano + Ácido Giberélico 2000 mg L-1) con 90% y el menos recomendado fue el T1 (Tratamiento control: Semilla Mexicano + Ácido Giberélico 0 mg L-1) con 40 %. Siendo el T7 superior en un 50%.

-En altura de planta se obtuvo diferencia significativa, siendo mayor el T7 con 51 cm, y el menor fue el T1 con 22,29 cm.

-El diámetro de tallo mostró diferencia significativa, siendo mejor el T7 con 7,77 mm y menos recomendado el T5 (Semilla Mexicano + Ácido Giberélico 3000 mg L-1) con 4,90 mm.

-Para longitud de raíz, según los resultados obtenidos en la evaluación realizada a los 100 días no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos.

5.2. Recomendaciones

-Utilizar ácido giberélico ya que promueven la división celular, la elongación de los tallos e incrementa la plasticidad de la pared celular, el cual acelera la germinación de las semillas de palto.

-Se recomienda utilizar la dosis 2000 mg/L-1 AG3 para obtener mayor porcentaje de germinación en la variedad zutano (90%). Asimismo, usar la misma dosis para incrementar la altura de planta (51 cm) y el diámetro de tallo (7,77 mm).

-Se recomienda hacer el piquete a la semilla para mejor absorción del ácido giberélico, luego sembrarlo inmediatamente para evitar el contacto con algún patógeno.

-Se recomienda evaluar los mismos parámetros, pero con dosis diferentes de ácido giberélico.

-Se recomienda no considerar el parámetro longitud de raíz para estudios empleando ácido giberélico.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES

- Alfonso, J. (2008). *Manual Técnico del Cultivo de Aguacate Hass (Persea americana L.)*. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola - FHIA. Recuperado de: <https://www.avocadosource.com/books/AlfonsoJose2008.pdf>
- Ataucusi, S. (2015). *Manejo Técnico del Cultivo del Palto*. 1a edición. Recuperado de: <http://draapurimac.gob.pe/sites/default/files/revistas/Manual%20Palta%20F.pdf>
- Azcón, J. y Talón, M. (2013). *Fundamentos de la Fisiología Vegetal*. Universitat de Barcelona. Mc Graw Hill Education. 2a edición. Recuperado de: <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FundamentosdeFisiologiaVegetal2008Azcon.pdf>
- Baíza, V. (2003). *Guía técnica del cultivo del aguacate*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA. Recuperado de: <http://repiica.iica.int/docs/B0218e/B0218e.pdf>
- Barreto, C., & Calzado, Y. (2019). *Uso del ácido giberélico en la germinación de semillas de tres patrones de palto (Persea americana Mill) en condiciones de vivero*. Huacho: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.
- Begazo, J. (2019). *Manejo de cultivo de palta (Persea americana Mill cv. Hass) para exportación en la empresa agrícola Pampa Baja SAC. - Arequipa*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Recuperado de: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/10325/AGbehuja.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bernal, J.; Díaz, C.; Osorio, C.; Tamayo, Á; Osorio, W.; C, Ó; Londoño, Martha Eugenia; K.; Rodríguez, T.; Carabalí, A. Varón, E.; Caicedo, A.; Tamayo, P.; Sandoval, A.; Forero, F.; García, J.; Londoño, M. 2014. Actualización Tecnológica y Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en el Cultivo de Aguacate. CORPOICA. 410 p.

- Bernal, J. y Díaz, C. 2008. Generalidades del palto. Compilado en Tecnología para el cultivo del aguacate. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). Centro de Investigación La Selva, Rionegro, Antioquia, Colombia. Manual Técnico 5. 241 p
- Bernal, J. y Díaz, C. (Eds.). (2020). *Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate*. Editorial AGROSAVIA. 2a edición. Recuperado de: <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403831>
- Bidwell, R. (1990). *Fisiología Vegetal*. AGT Editor, S.A. 1a edición. Recuperado de: <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/fisiologiavegetalbidwell.pdf>
- Cabezas, C., Hueso, J., y Cuevas, J. (2003). *Estados fenológicos tipo del aguacate*. Estación Experimental Cajamar. Recuperado de: <https://publicacionescajamar.es/series-tematicas/centros-experimentales-las-palmerillas/estados-fenologicos-tipo-del-aguacate>
- Cadillo, G. (2022). *Efecto de Bioestimulantes en las características agronómicas del cultivo de moringa (Moringa oleífera) bajo condiciones de vivero en Vegueta- Huaura*. Huaura: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.
- Campos, E., Ayala, J. Andrés, J., y Espindola, M. (2012). *Propagación de aguacate*. Universidad Autónoma Chapingo. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/232194/Propagacion_de_aguacate.pdf
- Capote, L. (Enero de 2011). *Instrumentos de medición y verificación*. Revista Digital para Profesionales de la Enseñanza. Recuperado de: <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd7857.pdf>
- Caroca, R., Zapata, N., & Vargas, M. (2016). Efecto de la temperatura sobre la germinación de cuatro genotipos de maní (*Arachis hypogaea* L.). *Chilean journal of agricultural &*

animal sciences, 32(2). Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902016000200002>

Castro, R. y Valencia, L. (2021). *Efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de pastos naturales - Huancavelica*. Universidad Nacional de Huancavelica. Recuperado de: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3773>

CETHA (2017). *Propagación de Plantas: Tipos y Técnicas de Injertos*. Cooperación Suiza en Bolivia. Recuperado de: <https://formaciontecnicabolivia.org/webdocs/publicaciones/2017/PLANTASBAJA.pdf>

Chi, F. (2021). *Manual de propagación de plantas para viveros*. Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C. - CICY. Recuperado de: https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/sitios/CircuitoEtnobiologico/Repositorio/Documentos/2021_07%20Manual%20de%20propagaci%C3%B3n%20Plantas%20Vivero.PDF

Comercial, U. d. (2020). *Análisis de Mercado 2015 - 2019*. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1471795/An%C3%A1lisis%20de%20Mercado%20-%20Palta%202015%20-%202019.pdf>

Curzel, V., Buono, S., y Achem, V. (2019). *El cultivo de la palta (Parte 1)*. Boletín de fruticultura N° 12. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA. Recuperado de: <https://inta.gob.ar/documentos/boletin-de-fruticultura-n%C2%B012>

Davies, P. (2010). *Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, ¡Action!* Springer Science & Business Media.

De La Cuadra, C. (1992). *Germinación, latencia y dormición de las semillas. Dormición en las avenas locas*. Hojas divulgadoras N° 3/92. Recuperado de: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_03.pdf

Escobedo, J. (1995). *Fruticultura General*. Universidad Nacional Agraria La Molina, 130.

- Femto. (s.f.). *Balanza de precisión*. Femto Intstruments. Recuperado de:
<https://femto.es/balanza-de-precision>
- Garbanzo, M. (2011). *Manual de Aguacate: Buenas Prácticas de Cultivo Variedad Hass*. 2a edición. Recuperado de: <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-4259.pdf>
- García, F. (s.f.). *Reguladores de crecimiento*. Recuperado de:
<http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas%20PDF/Tema%2014c%20Reguladores%20del%20Crecimiento.%20Giberelinas.pdf>
- Ha, M.; Morrow, M., y Algiers, K. (2020). 16.3. *Giberelinas*. Recuperado de:
[https://espanol.libretexts.org/Biologia/Bot%C3%A1nica/Bot%C3%A1nica_\(Ha%2C_Morrow_y_Argel\)/Unit_3%3A_Fisiolog%C3%ADa_y_Regulaci%C3%B3n_Vegetal/16%3A_Hormonas/16.03%3A_Giberelinas](https://espanol.libretexts.org/Biologia/Bot%C3%A1nica/Bot%C3%A1nica_(Ha%2C_Morrow_y_Argel)/Unit_3%3A_Fisiolog%C3%ADa_y_Regulaci%C3%B3n_Vegetal/16%3A_Hormonas/16.03%3A_Giberelinas)
- Hernández, A., Pineda, A., y Diaz, H. (2019). *Efecto de la luz y del ácido giberélico en la germinación in vitro de Capsicum annuum L. cv. 'Papri King'*. Biotecnología Vegetal.
- Hilliger, G. (1976). *Aplicación de ácido giberélico a semillas y plántulas de tres cultivares de palto (Persea americana Mill.) usados como portainjertos, para obtener un mayor crecimiento en altura y diámetro al momento de ser injertados*. Universidad de Valparaíso - Chile. Recuperado de:
https://www.avocadosource.com/papers/Chile_Papers_A-Z/G-H-I/HilligerGuillermo1976.pdf
- ICA (2009). *Manual técnico: Cultivo de aguacate*. Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. Recuperado de:
<https://sioc.minagricultura.gov.co/Aguacate/Normatividad/Paquete%20Tecnologico%20Aguacate.pdf>
- INEI. (2021). *Producción de palta aumentó 39,6% en agosto del presente año*. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Recuperado de:

<https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-de-palta-aumento-396-en-agosto-del-presente-ano-13162/>

Irigoyen, J. y Cruz, M. (2005). *Guía técnica de semilleros y viveros frutales*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA. 1a edición. Recuperado de: <http://repiica.iica.int/docs/B0507e/B0507e.pdf>

Jacobo, C. (2021). *Producción de plantas de palto (Persea americana mill.) en vivero en Chilca-Lima y San miguel-Ayacucho*. Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4890/jacobo-morales-cristina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Jiménez, J. y Mora, J. (2003). *El Cultivo del Mango*. Editorial Earth. Recuperado de: <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/Mango/mango.htm>

Jordan, M. y Casareto, J. (2006). *Hormonas y reguladores del crecimiento: auxinas, giberelinas y citocininas*. Fisiología vegetal (F.A. Squeo & L. Cardemil, eds.). Ediciones Universidad de La Serena. Capítulo XV. La Serena, Chile. 16 p.

Kucera, B., Cohn, M. A., & Leubner-Metzger, G. (2005). Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. *Seed Science Research*, 15(4), 281-307.

Lemus, G., Ferreyra, R., Gil, P., Sepúlveda, P., Maldonado, P., Toledo, C., Barrera, C., y Cledón, J. (2010). *El Cultivo del Palto*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias - INIA. Boletín INIA - N° 129. Recuperado de: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7333/Bolet%C3%ADn%20INI%20N%C2%B0%20129%20%28reeditado%29?sequence=1&isAllowed=y>

Lindo-Angulo, T., La Torre-Acuy, M. I., & Ángel Luján-Roca, D. (2017). *Efecto de la temperatura y el ácido giberélico en la germinación de semillas de Caesalpinia spinosa (Tara)*. *The Biologist*, 15(1), 59–64. <https://doi.org/10.24039/rtb2017151143>

- Lifeder. (2019). *Ácido giberélico: características, síntesis, funciones*. Recuperado de: <https://www.lifeder.com/acido-giberelico/>.
- Lopez, Z. (2018). *Efecto de concentración de ácido giberélico en la germinación y crecimiento de plántulas de papaya (Carica papaya L.), bajo condiciones de vivero*. Piura: Universidad Nacional de Piura.
- López, S., Pazos, A., Caicedo, M., López, A., y Mendoza, C. (2019). Efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de *Moringa oleifera* Lam ‘moringa’. *REBIOL*, 38(2): 35-41. Universidad Nacional de Trujillo. Recuperado de: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbbiol/article/view/2274>
- Mandujano, M., Golubov, J., y Rojas M. (2007). Efecto del ácido giberélico en la germinación de tres especies del género *Opuntia* (Cactaceae) del Desierto Chihuahuense. Universidad Nacional Autónoma de México. *Cactáceas y suculentas mexicanas*, 52 (2), 46-52. Recuperado de: <https://docplayer.es/20750320-Efecto-del-acido-giberelico-en-la-germinacion-de-tres-especies-del-genero-opuntia-cactaceae-del-desierto-chihuahuense.html>
- Marín, C. (2016). *Efecto del ácido giberélico en la obtención de Portainjertos de palto (Persea americana mill) var. Duke en Condiciones edafoclimáticas del distrito de churubamba, Huánuco – 2016*. Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán - Huánuco.
- Mauricio, O., Pérez, V., y Tacuche, A. (2016). *Efecto de la aplicación de ácido giberélico en la germinación de variedades de palto (Persea americana Mill.) en condiciones de vivero del instituto de investigación frutícola olerícola - Unheval - Cayhuayna - Huanuco - 2016*. Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán - Huánuco.
- MIDAGRI (2008). *Estudio de palta en el Perú y el Mundo*. Recuperado de: https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/estudio_palta.pdf

- Nava, J. (s.f.). *Definición de vernier*. SCRIBD. Recuperado de:
<https://es.scribd.com/document/141986084/Definicion-de-vernier#>
- Perea, M., González, T., Campos, H., Guillot, G., y Cogua, J. (2009). *Cultivo de Tejidos Vegetales In Vitro*. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de:
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79882>
- Pérez, J., y Gardey, A. (16 de Julio de 2013). *Qué es, definición y concepto*. Recuperado de
<http://definicion.de/probeta/>
- Pita, J. y Pérez, F. (1998). *Germinación de semillas*. Hojas divulgadoras N° 2090. Recuperado de: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1998_2090.pdf
- Pozo, E. (2012). *Cultivo del palto (Persea americana)*. Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA 1a edición. Recuperado de:
https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/166/1/Cultivo_palto_2012.pdf
- Ramos, G. (2014). *Definición de Balanza Analítica*. Recuperado de
<https://enciclopedia.net/balanza-analitica/>
- Raven, P. H., Evert, R. F., y Eichhorn, S. E. (2005). *Biology of Plants*. W.H. Freeman and Company.
- SEDIR. (2018). *Servicio para el Desarrollo Integral Rural*. Recuperado de
<https://www.sedir.org.pe/nosotros.php>
- SEDIR. (2021). *Sembrando Futuro. Servicio para el Desarrollo Integral Rural*. Recuperado de
<https://online.fliphtml5.com/mfao/ravw/#p=1>
- Squeo, F. y Cardemil, L. (Eds.). (2007). *Fisiología Vegetal*. 1a edición. Recuperado de:
<http://www.biouls.cl/librofv/web/index03.php>
- Taiz, L. y Zeiger, E. (2006). *Fisiología Vegetal*. Universitat Jaume I. 3a edición.
- Taiz, L., y Zeiger, E. (2010). *Plant Physiology*. Sinauer Associates Inc.

- Tineo, J., Velásquez, R., y Villantoy, A. (2018). *Curso Virtual Manejo Integrado del Cultivo de Palto*. Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. Recuperado de: https://pgc-aulavirtual.inia.gob.pe/pluginfile.php/611/mod_resource/content/1/MODULO-I.pdf
- Vargas, E. (2013). *Determinación de la concentración adecuada de sustancias orgánicas bap (bencilamina purina) y ag3 (ácido giberélico) para el cuidado nutritivo en palto (Persea americana L.) a través de embriones maduros para obtener padrones en condiciones de Huanta - Ay. Ayacucho: Universidad Nacional de Huancavelica.*
- Vargas, D., Andrade, M., Villegas, O., Sotelo, H., Sainz, M., y Rodríguez, T. (2022). Efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de dos variedades de pitahaya. *Programa de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México, PCTI 213*. Recuperado de: <https://pcti.mx/articulos/pcti-213-efecto-del-acido-giberelico-en-la-germinacion-de-semillas-de-dos-variedades-de-pitahaya/>
- Yamaguchi, S. (2008). Gibberellin Metabolism and its Regulation. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 225-251.
- Yzarra, W., y López, F. (2017). *Manual de Observaciones Fenológicas*. Servicio de Meteorología e Hidrología - SENAMHI. Recuperado de: <https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/272>

VII. ANEXOS

Anexo 1. *Temperatura máxima y mínima de diciembre 2023*

| Fecha | Temperatura | |
|-------------------|--------------|--------------|
| | T° máxima °C | T° mínima °C |
| 1/12/2023 | 22 | 19 |
| 2/12/2023 | 22 | 11 |
| 3/12/2023 | 22 | 19 |
| 4/12/2023 | 22 | 18 |
| 5/12/2023 | 21 | 18 |
| 6/12/2023 | 21 | 18 |
| 7/12/2023 | 22 | 18 |
| 8/12/2023 | 22 | 18 |
| 9/12/2023 | 22 | 18 |
| 10/12/2023 | 22 | 18 |
| 11/12/2023 | 22 | 19 |
| 12/12/2023 | 22 | 18 |
| 13/12/2023 | 26 | 19 |
| 14/12/2023 | 22 | 20 |
| 15/12/2023 | 22 | 20 |
| 16/12/2023 | 23 | 20 |
| 17/12/2023 | 23 | 19 |
| 18/12/2023 | 23 | 20 |
| 19/12/2023 | 22 | 20 |
| 20/12/2023 | 23 | 19 |
| 21/12/2023 | 23 | 20 |
| 22/12/2023 | 23 | 20 |
| 23/12/2023 | 23 | 20 |
| 24/12/2023 | 24 | 20° |
| 25/12/2023 | 24 | 17 |
| 26/12/2023 | 23 | 20 |
| 27/12/2023 | 23 | 21 |
| 28/12/2023 | 24 | 21 |
| 29/12/2023 | 24 | 21 |
| 30/12/2023 | 24 | 20 |
| 31/12/2023 | 24 | 20 |

Anexo 2. *Temperatura máxima y mínima de enero 2024*

| Fecha | Temperatura | |
|------------|--------------|--------------|
| | T° máxima °C | T° mínima °C |
| 1/01/2024 | 24 | 21 |
| 2/01/2024 | 24 | 20 |
| 3/01/2024 | 24 | 11 |
| 4/01/2024 | 24 | 21 |
| 5/01/2024 | 24 | 21 |
| 6/01/2024 | 25 | 20 |
| 7/01/2024 | 23 | 21 |
| 8/01/2024 | 24 | 20 |
| 9/01/2024 | 24 | 20 |
| 10/01/2024 | 25 | 22 |
| 11/01/2024 | 24 | 21 |
| 12/01/2024 | 25 | 21 |
| 13/01/2024 | 25 | 21 |
| 14/01/2024 | 25 | 21 |
| 15/01/2024 | 26 | 21 |
| 16/01/2024 | 24 | 21 |
| 17/01/2024 | 25 | 21 |
| 18/01/2024 | 24 | 21 |
| 19/01/2024 | 25 | 21 |
| 20/01/2024 | 25 | 21 |
| 21/01/2024 | 25 | 22 |
| 22/01/2024 | 26 | 21 |
| 23/01/2024 | 25 | 21 |
| 24/01/2024 | 26 | 21 |
| 25/01/2024 | 26 | 21 |
| 26/01/2024 | 26 | 22 |
| 27/01/2024 | 26 | 22 |
| 28/01/2024 | 27 | 23 |
| 29/01/2024 | 26 | 23 |
| 30/01/2024 | 26 | 23 |
| 31/01/2024 | 26 | 23 |

Anexo 3. *Temperatura máxima y mínima de febrero 2024*

| Fecha | Temperatura | |
|------------|-----------------|-----------------|
| | T° máxima °C | T° mínima °C |
| 1/02/2024 | 26 | 21 |
| 2/02/2024 | 26 | 22 |
| 3/02/2024 | 27 | 23 |
| 4/02/2024 | 26 | 22 |
| 5/02/2024 | 26 | 22 |
| 6/02/2024 | 26 | 22 |
| 7/02/2024 | 27 | 23 |
| 8/02/2024 | 27 | 23 |
| 9/02/2024 | 27 | 23 |
| 10/02/2024 | 26 | 23 |
| 11/02/2024 | 26 | 23 |
| 12/02/2024 | 25 | 23 |
| 13/02/2024 | 27 | 23 |
| 14/02/2024 | 26 | 22 |
| 15/02/2024 | 26 | 22 |
| 16/02/2024 | 25 | 22 |
| 17/02/2024 | 26 | 22 |
| 18/02/2024 | 26 | 22 |
| 19/02/2024 | 26 | 22 |
| 20/02/2024 | 28 | 22 |
| 21/02/2024 | 26 | 23 |
| 22/02/2024 | 27 | 23 |
| 23/02/2024 | 27 | 23 |
| 24/02/2024 | 26 | 22 |
| 25/02/2024 | 26 | 22 |
| 26/02/2024 | 25 | 22 |
| 27/02/2024 | 25 | 21 |
| 28/02/2024 | 25 | 21 |
| 29/02/2024 | 24 | 21 |

Anexo 4. *Temperatura máxima y mínima de marzo 2024*

| Fecha | Temperatura | |
|------------|-----------------|-----------------|
| | T° máxima °C | T° mínima °C |
| 1/03/2024 | 26 | 22 |
| 2/03/2024 | 25 | 22 |
| 3/03/2024 | 26 | 22 |
| 4/03/2024 | 25 | 22 |
| 5/03/2024 | 25 | 21 |
| 6/03/2024 | 24 | 20 |
| 7/03/2024 | 24 | 21 |
| 8/03/2024 | 25 | 22 |
| 9/03/2024 | 25 | 22 |
| 10/03/2024 | 25 | 21 |
| 11/03/2024 | 25 | 21 |
| 12/03/2024 | 23 | 21 |
| 13/03/2024 | 24 | 21 |
| 14/03/2024 | 24 | 21 |
| 15/03/2024 | 24 | 21 |
| 16/03/2024 | 24 | 21 |
| 17/03/2024 | 24 | 21 |
| 18/03/2024 | 23 | 20 |
| 19/03/2024 | 25 | 20 |
| 20/03/2024 | 25 | 21 |
| 21/03/2024 | 24 | 20 |
| 22/03/2024 | 24 | 20 |
| 23/03/2024 | 24 | 20 |
| 24/03/2024 | 24 | 20 |
| 25/03/2024 | 24 | 21 |
| 26/03/2024 | 24 | 21 |
| 27/03/2024 | 25 | 20 |
| 28/03/2024 | 24 | 20 |
| 29/03/2024 | 24 | 20 |
| 30/03/2024 | 24 | 20 |
| 31/03/2024 | 23 | 20 |

Anexo 5. *Temperatura máxima y mínima de abril 2024*

| Fecha | Temperatura | |
|------------------|-----------------|-----------------|
| | T° máxima °C | T° mínima °C |
| 1/04/2024 | 24 | 20 |
| 2/04/2024 | 23 | 20 |
| 3/04/2024 | 23 | 20 |
| 4/04/2024 | 24 | 20 |
| 5/04/2024 | 23 | 20 |
| 6/04/2024 | 23 | 19 |

Anexo 6. Ficha de evaluación del porcentaje de germinación

| REPETICIÓN | TRATAMIENTOS | DIAS DE EVALUACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--------------|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-----------|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|-----------|
| | | 25 días después de la siembra | | | | | | | | | | %Promedio | 50 días después de la siembra | | | | | | | | | | %Promedio |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| I | T8 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 20% | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 50% |
| | T7 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 30% | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 90% |
| | T1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0% | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 40% |
| | T2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 20% | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 60% |
| | T3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10% | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 40% |
| | T4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 10% | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 40% |
| | T5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10% | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 40% |
| | T6 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 30% | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 50% |
| II | T1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 40% | |
| | T2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 10% | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 60% |
| | T7 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10% | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 90% |
| | T6 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 30% | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 50% |
| | T5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 40% |
| | T3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0% | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40% |
| | T4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 40% |
| | T8 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10% | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 40% |
| III | T6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 30% | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 60% |
| | T5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0% | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 40% |
| | T4 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 30% | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 50% |
| | T8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 40% |
| | T1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0% | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 40% |
| | T7 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 30% | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 90% |
| | T2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0% | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 50% |
| | T3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10% | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 40% |

Anexo 7. Ficha de evaluación de altura de plántula

| N° REPETICION | N° TRATAMIENTO | DÍAS DE EVALUACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|----------------|----------------------------------|------|------|-------|---------------|----------------------------------|------|----|-------|---------------|----------------------------------|----|----|-------|---------------|
| | | 20 días después de la emergencia | | | | PROMEDIO (cm) | 35 días después de la emergencia | | | | PROMEDIO (cm) | 50 días después de la emergencia | | | | PROMEDIO (cm) |
| | | UNIDAD EXPERIMENTAL (cm) | | | | | UNIDAD EXPERIMENTAL (cm) | | | | | UNIDAD EXPERIMENTAL (cm) | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Repetición I | T8 | 31 | 23 | 10 | 28 | 23.00 | 37.5 | 36 | 22 | 34 | 32.38 | 43 | 40 | 30 | 40 | 38.25 |
| | T7 | 26 | 30 | 27 | 33 | 29.00 | 30 | 42 | 31 | 38 | 35.25 | 45 | 56 | 48 | 53 | 50.50 |
| | T1 | 21.5 | 18 | 18 | 1 | 14.63 | 24 | 20 | 23 | 3 | 17.50 | 25.5 | 23 | 25 | 11 | 21.13 |
| | T2 | 13 | 19 | 8 | 11 | 12.75 | 18.5 | 21 | 12 | 17 | 17.13 | 29 | 35 | 27 | 31 | 30.50 |
| | T3 | 58 | 23 | 7.5 | 11 | 24.88 | 66.5 | 30 | 10 | 18.5 | 31.25 | 72 | 43 | 25 | 30 | 42.50 |
| | T4 | 11 | 34 | 38 | 13 | 24.00 | 20 | 42 | 44 | 23 | 32.25 | 31 | 47 | 49 | 33 | 40.00 |
| | T5 | 7 | 8 | 10 | 5 | 7.50 | 16 | 18 | 20 | 13 | 16.75 | 23 | 24 | 26 | 20 | 23.25 |
| T6 | 27 | 12 | 25 | 15 | 19.75 | 38 | 22 | 30 | 25 | 28.75 | 49 | 31 | 45 | 38 | 40.75 | |
| Repetición II | T1 | 16 | 21 | 18 | 9 | 16.00 | 19 | 25 | 24 | 15 | 20.75 | 26 | 28 | 27 | 22 | 25.75 |
| | T2 | 16 | 13 | 17.5 | 11 | 14.38 | 20 | 15 | 24 | 17 | 19.00 | 30 | 28 | 33 | 24 | 28.75 |
| | T7 | 20 | 35 | 30 | 25 | 27.50 | 24 | 44 | 39 | 31 | 34.50 | 41 | 59 | 55 | 49 | 51.00 |
| | T6 | 38 | 34 | 7.5 | 10 | 22.38 | 42 | 40 | 12 | 13 | 26.75 | 49 | 48 | 23 | 22 | 35.50 |
| | T5 | 9 | 5 | 8 | 4 | 6.50 | 15 | 12 | 15 | 13 | 13.75 | 29 | 25 | 27 | 23 | 26.00 |
| | T3 | 6 | 21 | 4.5 | 16 | 11.88 | 15 | 34.5 | 10 | 21 | 20.13 | 26 | 42 | 23 | 33 | 31.00 |
| | T4 | 19 | 8 | 23 | 24 | 18.50 | 27 | 15 | 29 | 28 | 24.75 | 39 | 30 | 36 | 38 | 35.75 |
| T8 | 18 | 11 | 29 | 21 | 19.75 | 23 | 19 | 40 | 32 | 28.50 | 29 | 24 | 50 | 41 | 36.00 | |
| Repetición III | T6 | 25 | 24 | 17 | 27 | 23.25 | 33 | 38 | 19 | 33 | 30.75 | 38 | 43 | 21 | 36 | 34.50 |
| | T5 | 8 | 16 | 50 | 30 | 26.00 | 16 | 27 | 65 | 40 | 37.00 | 27 | 34 | 71 | 42 | 43.50 |
| | T4 | 24 | 50 | 51 | 25 | 37.50 | 33 | 53 | 66 | 31 | 45.75 | 38 | 60 | 70 | 35 | 50.75 |
| | T8 | 36.5 | 27 | 20 | 25 | 27.13 | 40 | 33 | 27 | 34 | 33.50 | 53 | 43 | 31 | 48 | 43.75 |
| | T1 | 6.5 | 1.5 | 5.5 | 4.5 | 4.50 | 16 | 3 | 11 | 10 | 10.00 | 25 | 12 | 21 | 22 | 20.00 |
| | T7 | 29 | 25 | 43 | 29 | 31.50 | 34 | 39 | 51 | 35 | 39.75 | 46 | 51 | 62 | 47 | 51.50 |
| | T2 | 12 | 26.5 | 6 | 10 | 13.63 | 14 | 29 | 12 | 16 | 17.75 | 29 | 40 | 26 | 31 | 31.50 |
| T3 | 32 | 26 | 13 | 9 | 20.00 | 36 | 32 | 25 | 21 | 28.50 | 45 | 40 | 30 | 32 | 36.75 | |

Anexo 8. Ficha de evaluación de diámetro de tallo.

| N° REPETICIÓN | N° TRATAMIENTO | DÍAS DE EVALUACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|----------------|----------------------------------|------|------|------|---------------|----------------------------------|------|------|------|---------------|----------------------------------|------|------|------|---------------|
| | | 20 días después de la emergencia | | | | PROMEDIO (mm) | 35 días después de la emergencia | | | | PROMEDIO (mm) | 50 días después de la emergencia | | | | PROMEDIO (mm) |
| | | UNIDAD EXPERIMENTAL (mm) | | | | | UNIDAD EXPERIMENTAL (mm) | | | | | UNIDAD EXPERIMENTAL (mm) | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Repetición I | T8 | 3.48 | 4.00 | 3.78 | 1.54 | 3.20 | 3.64 | 4.58 | 4.50 | 2.00 | 3.68 | 4.88 | 5.84 | 5.98 | 3.96 | 5.17 |
| | T7 | 5.12 | 4.90 | 5.78 | 5.94 | 5.44 | 5.50 | 5.40 | 6.14 | 6.54 | 5.90 | 7.04 | 6.94 | 7.58 | 8.06 | 7.41 |
| | T1 | 4.44 | 4.32 | 4.62 | 2.00 | 3.85 | 4.78 | 5.00 | 4.84 | 2.28 | 4.23 | 5.84 | 6.46 | 6.12 | 3.86 | 5.57 |
| | T2 | 2.66 | 4.22 | 4.32 | 3.00 | 3.55 | 3.42 | 5.00 | 4.52 | 3.16 | 4.03 | 4.84 | 6.58 | 5.90 | 5.02 | 5.59 |
| | T3 | 4.62 | 6.12 | 2.46 | 3.22 | 4.11 | 5.06 | 6.78 | 3.00 | 3.98 | 4.71 | 6.30 | 7.88 | 4.66 | 5.54 | 6.10 |
| | T4 | 2.26 | 5.12 | 3.94 | 4.30 | 3.91 | 2.38 | 5.18 | 4.08 | 4.90 | 4.14 | 4.02 | 6.78 | 5.64 | 5.82 | 5.57 |
| | T5 | 2.86 | 2.82 | 1.96 | 2.66 | 2.58 | 3.30 | 3.04 | 2.34 | 3.52 | 3.05 | 4.76 | 4.88 | 4.00 | 4.92 | 4.64 |
| T6 | 4.42 | 5.46 | 4.92 | 2.44 | 4.31 | 5.44 | 5.70 | 5.08 | 3.50 | 4.93 | 6.88 | 7.04 | 6.54 | 5.66 | 6.53 | |
| Repetición II | T1 | 3.92 | 4.18 | 4.26 | 4.36 | 4.18 | 4.88 | 5.52 | 4.48 | 4.52 | 4.85 | 5.56 | 6.45 | 5.78 | 5.64 | 5.86 |
| | T2 | 4.92 | 4.08 | 6.54 | 5.04 | 5.15 | 5.86 | 5.50 | 7.00 | 5.34 | 5.93 | 7.05 | 6.90 | 8.08 | 6.08 | 7.03 |
| | T7 | 5.82 | 6.76 | 6.12 | 6.54 | 6.31 | 6.96 | 7.04 | 6.72 | 7.00 | 6.93 | 7.80 | 7.84 | 7.92 | 8.10 | 7.92 |
| | T6 | 5.54 | 5.82 | 2.86 | 2.18 | 4.10 | 6.28 | 6.34 | 3.18 | 2.52 | 4.58 | 7.78 | 7.45 | 4.58 | 3.84 | 5.91 |
| | T5 | 2.90 | 3.16 | 2.64 | 1.60 | 2.58 | 3.14 | 3.80 | 2.98 | 2.30 | 3.06 | 4.50 | 5.12 | 3.86 | 3.46 | 4.24 |
| | T3 | 1.74 | 4.28 | 3.96 | 3.98 | 3.49 | 3.70 | 5.00 | 4.10 | 4.12 | 4.23 | 4.56 | 6.24 | 5.22 | 5.46 | 5.37 |
| | T4 | 2.00 | 3.22 | 3.82 | 3.86 | 3.23 | 2.72 | 3.98 | 4.10 | 4.12 | 3.73 | 3.68 | 4.90 | 5.48 | 5.48 | 4.89 |
| T8 | 3.32 | 2.28 | 4.48 | 3.36 | 3.36 | 4.00 | 2.76 | 5.78 | 4.02 | 4.14 | 5.14 | 3.78 | 6.60 | 5.68 | 5.30 | |
| Repetición III | T6 | 3.26 | 3.62 | 4.46 | 4.54 | 3.97 | 3.76 | 4.14 | 5.00 | 5.04 | 4.49 | 4.90 | 5.70 | 6.84 | 6.32 | 5.94 |
| | T5 | 2.26 | 4.66 | 6.54 | 6.18 | 4.91 | 2.98 | 5.02 | 6.98 | 7.00 | 5.50 | 3.20 | 5.74 | 7.20 | 7.24 | 5.85 |
| | T4 | 6.10 | 5.84 | 5.02 | 6.42 | 5.85 | 6.70 | 6.38 | 5.88 | 7.02 | 6.50 | 7.48 | 7.68 | 6.54 | 7.96 | 7.42 |
| | T8 | 6.14 | 4.92 | 5.04 | 6.52 | 5.66 | 6.52 | 5.56 | 5.62 | 7.04 | 6.19 | 7.42 | 6.48 | 7.38 | 7.92 | 7.30 |
| | T1 | 3.62 | 3.26 | 2.14 | 2.22 | 2.81 | 4.06 | 3.94 | 2.52 | 3.74 | 3.57 | 6.00 | 5.88 | 5.14 | 5.34 | 5.59 |
| | T7 | 6.96 | 6.48 | 5.94 | 7.02 | 6.60 | 7.68 | 7.02 | 6.92 | 8.16 | 7.45 | 8.00 | 7.56 | 7.84 | 8.46 | 7.97 |
| | T2 | 5.16 | 2.76 | 3.86 | 2.92 | 3.68 | 5.70 | 3.30 | 4.06 | 3.82 | 4.22 | 6.82 | 4.54 | 5.38 | 4.72 | 5.37 |
| T3 | 5.22 | 4.82 | 2.88 | 4.02 | 4.24 | 6.00 | 5.10 | 3.32 | 4.40 | 4.71 | 6.94 | 6.04 | 4.98 | 5.68 | 5.91 | |

Anexo 9. Ficha de evaluación de longitud de raíces

| N° REPETICIÓN | N° TRATAMIENTO | DÍA DE EVALUACIÓN | | | | PROMEDIO |
|----------------|----------------|--------------------------------|------|------|------|----------|
| | | 100 días después de la siembra | | | | |
| | | UNIDAD EXPERIMENTAL | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Repetición I | T8 | 15 | 18.5 | 18 | 13 | 16.13 |
| | T7 | 24 | 17 | 20 | 23 | 21.00 |
| | T1 | 22 | 16 | 10 | 14 | 15.50 |
| | T2 | 26 | 19 | 17 | 23 | 21.25 |
| | T3 | 24 | 20 | 10 | 22 | 19.00 |
| | T4 | 9 | 24 | 20 | 17 | 17.50 |
| | T5 | 15 | 21 | 16 | 22 | 18.50 |
| | T6 | 20.5 | 18.5 | 16 | 22 | 19.25 |
| Repetición II | T1 | 15.5 | 22 | 29.5 | 19 | 21.50 |
| | T2 | 20.5 | 12 | 30.5 | 19 | 20.50 |
| | T7 | 21 | 23 | 24 | 16.5 | 21.13 |
| | T6 | 19 | 20 | 14 | 11 | 16.00 |
| | T5 | 11 | 14 | 24 | 13.2 | 15.55 |
| | T3 | 17 | 18 | 18 | 9 | 15.50 |
| | T4 | 22 | 16.5 | 12 | 17 | 16.88 |
| | T8 | 16 | 12 | 18 | 22 | 17.00 |
| Repetición III | T6 | 20 | 18 | 30.2 | 10 | 19.55 |
| | T5 | 16 | 17.4 | 26 | 26.3 | 21.43 |
| | T4 | 17.5 | 28 | 19 | 19.8 | 21.08 |
| | T8 | 21.5 | 22 | 23 | 30.5 | 24.25 |
| | T1 | 18.4 | 2.3 | 25.5 | 20.5 | 16.68 |
| | T7 | 19.5 | 22.5 | 19 | 32 | 23.25 |
| | T2 | 39 | 23.5 | 15 | 20 | 24.38 |
| | T3 | 20.5 | 11.5 | 25.5 | 12.5 | 17.50 |

Anexo 10. *Primera evaluación del porcentaje de germinación*



Anexo 11. *Segunda evaluación del porcentaje de germinación*



Anexo 12. *Primera evaluación de la altura de planta*



Anexo 13. Segunda evaluación de la altura de planta



Anexo 14. Tercera evaluación de la altura de planta



Anexo 15. Primera evaluación de diámetro de tallo



Anexo 16. Segunda evaluación de diámetro de tallo



Anexo 17. Tercera evaluación de diámetro de tallo



Anexo 18. Evaluación de longitud de raíz



Anexo 19. *Recolección de datos de longitud de raíz*





Oficina:
Calle Ocean Valley N° 140 Piso 7
San Isidro - Lima
Tel: 628-6408

Planta:
Av. Santa Josefa N° 407 Urb. Las Vegas
Puente Piedra - Lima
Tel: 648-8999

1

PROGIBB 40 SG

(Ácido giberelico)

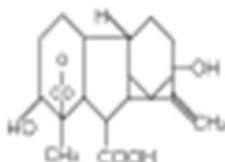
REGULADOR DE CRECIMIENTO

I. DATOS DE LA EMPRESA

Empresa formuladora: Valent BioSciences Corporation.
Titular del registro: FARMEX S.A.
Registro: PBUA N° 240-SENASA.

II. IDENTIDAD

Nombre común: Ácido giberelico.
Clase de uso: regulador de crecimiento.
Fórmula empírica: $C_{19}H_{32}O_6$.
Fórmula molecular:



Peso molecular: 346.4 g/mol.
Concentración: 400 g/kg (40% p/p).
Formulación: Gránulos solubles (SG).

III. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE ACIDO GIBERELICO

Densidad: 0.6 g/mL (a 23.8°C).
Solubilidad en agua: 4.6 mg/mL.
Solubilidad en solventes orgánicos: metanol: 250 g/L; acetona: 250 g/L;
xylene 78.9 mg/L.

**Oficina:**

Calle Dean Valdivia N° 148 Piso 7
 San Isidro - Lima
 Tel.: 620-6400

Planta:

Av. Santa Josefa N° 467 Urb. Las Vegas
 Puente Piedra - Lima
 Tel.: 548-8999

IV. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE PROGIBB 40 SG

| | |
|--------------------------------|---------------------------|
| Aspecto: | Gránulos de color blanco. |
| Estabilidad en almacenamiento: | 2 años. |
| Densidad: | 0.6 g/mL. |
| pH: | 5.9. |
| Inflamabilidad: | no inflamable. |
| Explosividad: | no explosivo. |
| Corrosividad: | no es corrosivo. |

V. PROPIEDADES BIOLÓGICAS DEL PRODUCTO FORMULADO

Mecanismo de acción

PROGIBB 40 SG es una hormona que regula y estimula el crecimiento de diferentes cultivos. Acelera o retarda la maduración de frutos, induce la floración en plantas jóvenes, mejora el cuajado de frutos, rompe la dormancia de yemas, aumenta el tamaño de los frutos y estimula el brotamiento.

VI. TOXICIDAD (PROGIBB 40 SG)

- DL₅₀ oral aguda (ratas): >5000 mg/kg, ligeramente peligroso.
- DL₅₀ dermal aguda (ratas): >5000 mg/kg, ligeramente peligroso.

VII. ECOTOXICOLOGÍA E IMPACTO AMBIENTAL (ACIDO GIEBRELICO)

- DL₅₀ codorniz >2250 mg/kg, prácticamente no tóxico.
- CL₅₀ trucha arco iris (4 días) >112 mg/L, prácticamente no tóxico.

VIII. RECOMENDACIONES DE USO

| CULTIVOS | DOSIS g/200L | MOMENTO | U.A.C | LMR (ppm) |
|----------|-----------------|---|-------|--------------|
| Vid | 5 | 1 ^{era.} y 2 ^{da.} Aplicación cuando los racimos están pequeños antes de la floración (10 cm. De hombro) y al 80 % de la floración. | N.D | 0.15 |
| | 15 | 3 ^{era.} , 4 ^{ta.} y 5 ^{ta.} Aplicación durante el crecimiento de bayas a los 4, 6 y 8 mm. de diámetro | | |

U.A.C = Última aplicación antes de la cosecha

N.D. = No determinado.

IX. CONDICIONES DE APLICACIÓN

Se recomienda calibrar los equipos de pulverización antes de la aplicación. En un cilindro de agua con la mitad del contenido, agregar la cantidad de PROGIBB 40 SG indicada de acuerdo al cultivo. Agitar hasta lograr una mezcla uniforme y luego agregar el agua hasta completar el cilindro. La aspersion debe cubrir la totalidad del follaje para lograr mayor eficiencia.

X. COMPATIBILIDAD

Es compatible con la mayoría de plaguicidas y fertilizantes foliares de uso común. No se debe combinar con sustancias alcalinas

XI. REINGRESO A UN ÁREA TRATADA

No reingresar sin protección a un campo aplicado hasta 12 horas después de la aplicación. Mantener alejado al ganado durante este período.

XII. FITOTOXICIDAD

PROGIBB 40 SG no ha mostrado síntomas de fitotoxicidad luego de ser aplicado a las dosis recomendadas.

Anexo 21. Análisis de suelo del sustrato (Anoba Lab, 2023)

| PARÁMETRO | SÍMBOLO | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|---------|--------|-----------|
| Físico-Químicos | | | |
| pH (1:5) | (pH) | | 8.81 |
| Conductividad Eléctrica (1:5) | (C.E) | mS/cm | 0.13 |
| Materia Orgánica Total | | g/100g | 1.49 |
| Humedad | | g/100g | 0.46 |
| Macronutrientes | | | |
| Nitrógeno Total | (N) | g/100g | 0.01 |
| Fósforo Total | (P2O5) | g/100g | 0.89 |
| Potasio Total | (K2O) | g/100g | 0.14 |
| Nutrientes secundarios | | | |
| Calcio Total | (CaO) | g/100g | 1.74 |
| Magnesio Total | (MgO) | g/100g | 0.6 |
| Elementos fitotóxicos | | | |
| Sodio Total | (Na) | mg/Kg | 608.51 |
| Relaciones de interés | | | |
| Carbono/Nitrógeno | (C/N) | | 86.66 |