# UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

### ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

# “EFICIENCIA DEL TIEMPO DE INMERSIÓN DE DOS TIPOS DE FITORREGULADORES EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS DE MANDARINA (*Citrus reticulata* var. Tango), EN CÁMARA DE SUBIRRIGACIÓN”

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**RENATO GARCÍA ORBE**

**PUCALLPA – PERÚ**

**2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**
**CARRERA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

## ANEXO 4

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis, presentado por **RENATO GARCÍA ORBE,** denominada: **"EFICIENCIA DEL TIEMPO DE INMERSIÓN DE DOS TIPOS DE FITORREGULADORES EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS DE MANDARINA (*Citrus reticulata* Var. Tango) EN CÁMARA DE SUBIRRIGACIÓN",** para cumplir con el requisito (académico o título profesional) de **TÍTULO PROFESIONAL**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo así como los conocimientos demostrados por la sustentante lo declaramos: **APROBADO POR UNANIMIDAD** con el calificativo **DIECISIETE (17).**

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el Título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, de conformidad con lo estipulado en los Art. 3 y 6 del reglamento para el otorgamiento de grado académico de bachiller y título profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 26 de octubre de 2022.

| | |
|---|---|
| ..... | ..... |
| Ing. Isaías González Ramírez | Ing. Javier Amacifuen Vigo, Dr. |
| Presidente | Secretario |
| ..... | ..... |
| Ing. Jorge Raúl García Cavalié, M.Sc. | Ing. Fernando Pérez Leal, Dr. |
| Miembro | Asesor |

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito parcial para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Ing. Isaías González Ramírez ..... Presidente

Ing. Javier Amacifuen Vigo, Dr. ..... Secretario

Ing. Jorge Raúl García Cavalié, M.Sc. ..... Miembro

Ing. Fernando Pérez Leal, Dr. ..... Asesor

Bach. Renato García Orbe ..... Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL

# CONSTANCIA

## ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

## SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

**Nº V/0559-2022**

La **Dirección de Producción Intelectual**, hace constar por la presente, que el Informe final de tesis, **titulado:**

**"EFICIENCIA DEL TIEMPO DE INMERSIÓN DE DOS TIPOS DE FITORREGULADORES EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS DE MANDARINA (CITRUS RETICULATA VAR. TANGO) EN CÁMARA DE SUBIRRIGACIÓN".**

| | | |
|---|---|---|
| Autor(es) | : | **GARCÍA ORBE, RENATO** |
| Facultad | : | CIENCIAS AGROPECUARIAS |
| Escuela Profesional | : | AGRONOMÍA |
| Asesor(a) | : | Dr. PÉREZ LEAL, FERNANDO |

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 9%.**

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se firma y se sella la presente constancia.

FECHA 13/09/2022

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNACLA
Director de Producción Intelectual

## UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

UByP - REPOSITORIO INSTITUCIONAL

# AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

**REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**

Yo, Renato García Orbe.

Autor(a) de la TESIS de pregrado titulada:

"Eficiencia del tiempo de inmersión de dos Tipos de Biorreguladores en el enraizamiento de estaquillas de mandarina (Citrus reticulata var. Tango) en cámara de subirrigación".

Sustentada el año: 2022.

Con la asesoría de: Dr. Fernando Pérez Leal.

En la Facultad de: Ciencias agropecuarias.

Escuela Profesional de: Agronomía.

Autorizo la publicación:

**PARCIAL** [ ] Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

**TOTAL** [X] Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

**Primero**: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempoy las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

**Segundo**: Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 26 / 10 / 2022.

Email: renato.garcia.orbe@gmail.com

Teléfono: 981545495

Firma:

DNI: 71135076

## DEDICATORIA.

A nuestro poderoso Dios, por salud y la vida, por encaminarme y ayudante en todas las etapas de mi vida profesional.

A mi madre Irma Orbe Amasifuén y mi padre Genaro García Orbe, por sus apoyos en incondicional y sus esfuerzos en todo momento.

A mi hermana, Nuria Aldita García Orbe, porque siempre está conmigo mostrándome su apoyo incondicional.

## AGRADECIMIENTO.

A mis queridos padres por los buenos consejos y el gran amor que siempre me demuestran

A los catedráticos de la facultad de Ciencias Agropecuarias, por brindarme sus enseñanzas durante mi formación académica.

A la Universidad Nacional de Ucayali, a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Escuela Profesional de Agronomía por ser parte de mi formación académica.

Al Dr. Fernando Pérez Leal, asesor de la tesis, por sus consejos y apoyo en la ejecución de la tesis.

**ÍNDICE.**


Pág.

RESUMEN…….. xv

ABSTRACT…… xvi

LISTA DE CUADROS…… xvii

LISTA DE FIGURAS…… xix

I. INTRODUCCIÓN…….. 1

II. REVISIÓN DE LITERATURA……..…. 3

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN…..…….. 3

2.1.1. Antecedentes Internacionales……..…….. 3

2.1.2. Antecedentes Nacionales…….……..... 4

2.1.3. Antecedentes Regional…….. 5

2.2. MARCO TEÓRICO....……..……. 8

2.2.1. Origen y generalidades de los cítricos…….. 8

2.2.2. Mandarina....……..…….. 8

2.2.3. Aspectos generales de cultivo..…….. 8

2.2.4. Clasificación taxonómica …… 9

2.2.5. Clasificación de las variedades……..……..……..... 9

2.2.5.1. Grupo Satsumas…… 9

2.2.5.1.1. Okistu……..... 9

2.2.5.1.2. Owari……. 10

2.2.5.1.3. Clausellina……..... 10

2.2.5.2. Grupo clementinas……. 10

2.2.5.3. Grupo de otros híbridos de mandarinas……. 10

2.2.5.3.1. Tangors……. 10

2.2.5.3.2. Nova…….. 10

2.2.5.3.3. Tangelo……. 11

2.2.5.3.4. Malviso…….. 11

2.2.6. Descripción botánica…… 11

2.2.6.1. Raíz…….. 11
2.2.6.2. Tallo……. 11
2.2.6.3. Hojas……..... 12
2.2.6.4. Flores……... 12
2.2.6.5. Fruto……. 12
2.2.7. Requerimientos climáticos……... 12
2.2.7.1. El Flavedo o Exocarpio…….…….... 12
2.2.7.2. El Endocarpio…….…….... 12
2.2.7.3. El mesocarpio o albedo…… 13
2.2.7.4. Las vesículas de jugo……..... 13
2.2.8. Requerimientos climáticos……..... 13
2.2.9. Composición nutricional…… 14
2.3. MANDARINA TANGO……. 15
2.3.1. Características del híbrido…… 15
2.3.2. Observaciones agronómicas……... 16
2.3.3. Tango en el mundo……. 16
2.4. PROPAGACIÓN VEGETATIVA……. 17
2.4.1. Importancia de la propagación vegetativa……. 17
2.4.2. Ventajas e inconvenientes del uso de estacas……. 17
2.4.3. Selección de árboles……..... 18
2.4.4. Métodos de propagación vegetativa…….. 19
2.4.4.1. Propagación asexual……. 19
2.4.4.2. Propagación asexual natural……..... 19
2.4.4.2.1. Propagación de buldos..……..... 19
2.4.4.2.2. Propagación por rizomas..…..... 20
2.4.4.2.3. Propagación por tubérculos..... 20
2.4.4.2.4. Propagación por estolones…..... 20
2.4.4.3. Propagación asexual artificial…….. 21
2.4.4.3.1. Acodos……..... 21

2.4.4.3.2. Injerto……..... 21
2.4.4.3.3. Esquejes……... 21
2.4.4.3.4. Estacas……. 22
2.4.5. Tipos de estacas…….…….. 22
2.4.5.1. Estaca apical……..…… 22
2.4.5.2. Estaca intermedia……. 22
2.4.5.3. Estaca basal…….…….. 22
2.4.6. Proceso de formación de raíces cuando se hacen estacas……..... 23
2.4.7. Condiciones que afectan a la propagación……... 23
2.4.8. Factores vinculados al ambiente y medio de enraizado…… 23
2.4.8.1. Luz……..…… 23
2.4.8.2. Temperatura……... 24
2.4.8.3. Sustrato……... 24
2.4.8.4. Selección de estaquillas……... 24
2.4.8.5. Factor juvenil……..…… 25
2.4.8.6. Condiciones fisiológicas de la planta madre……... 25
2.4.8.7. Área foliar……..…….. 25
2.4.9. Tipos y épocas de corte de la estaca……..…….. 25
2.5. FITORREGULADORES…….. 26
2.5.1. Importancia de los reguladores de crecimiento o fitohormonas……... 26
2.5.2. Condiciones para el enraizamiento……..... 27
2.5.3. Cuidados generales en el uso de los fitorreguladores 27
2.6. DESARROLLO DE RAÍCES ADVENTICIAS…….. 28
2.6.1. Proceso de enraizamiento…… 28
2.6.2. Formación de raíces adventicias……..... 29
2.7. FITORREGULADORES HORMONALES…… 30

2.7.1. Auxinas……..... 30
2.7.2. Giberelinas…….. 30
2.7.3. Citoquininas……..... 31
2.7.4. Etileno…….. 31
2.8. ÁCIDO NAFTALENACÉTICO (ANA)……..... 32
2.9. ÁCIDO INDOLBUTIRICO (AIB)……. 32
2.10. MÉTODOS DE APLICACIÓN DE HORMONA……..... 32
2.10.1. Solución diluida…….. 33
2.10.2. Mezcla en polvo……..... 33
2.10.3. Aplicación con microjeringa……..... 33
2.10.4. Inmersión lenta……. 33
2.10.5. Inmersión rápida……..... 34
III. MATERIALES Y METODOS…… 35
3.1. UBICACIÓN Y DURACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACION……. 35
3.2. CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS……. 35
3.3. MATERIALES, INSUMOS Y HERRAMIENTAS……. 35
3.3.1. Material vegetativo…..……... 35
3.3.2. Insumos …….. 36
3.3.2.1. Preparación de la solución de ácido indol butírico (AIB)……..…. 36
3.3.2.2. Preparación de la solución de ácido naftalenacetico (ANA)..…… 36
3.3.3. Herramientas…….. 36
3.3.3.1. Materiales…… 36
3.3.3.2. Equipos…… 36
3.4. METODOLOGÍA ……. 36
3.4.1. Tipo de investigación…… 37
3.4.2. Análisis estadístico…… 37
3.4.3. Tratamiento en estudio……. 37

3.5. VARIABLES EVALUADAS…… 38
3.5.1. Variables independientes……. 38
3.5.2. Variables dependientes…… 38
3.6. OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES……. 38
3.6.1. Porcentaje de estacas callos……... 38
3.6.2. Porcentaje de estaquillas enraizadas……. 39
3.6.3. Número de raíces por estaquilla……. 39
3.6.4. Longitud de las raíces……... 39
3.6.5. Porcentaje de estaquillas con brotación…… 39
3.6.6. Número de brotes aéreos por estaquillas…….. 39
3.6.7. Porcentaje de mortandad……. 40
3.7. EJECUCION DEL PROYECTO……. 40
3.7.1. Obtención de las estaquillas…… 40
3.7.2. Manejo del material recolectado……. 40
3.7.3. Preparación de cámara de subirrigación…….…….. 40
3.7.4. Aplicación de los tratamientos……. 41
3.7.5. Siembra de las estacas…… 41
3.7.6. Riego de las estaquillas…… 41
3.7.7. Evaluaciones realizadas……... 41
IV. RESULTADOS……. 42
4.1. Porcentaje de estaquillas enraizadas……... 42
4.2. Porcentaje de estaquillas con callos……. 44
4.3. Número de raíces por estaquilla…… 46
4.4. Longitud de raíces (cm)…….. 49
4.5. Porcentaje de estaquillas con brotación…….. 51
4.6. Número de brotes aéreos por estaquillas…… 53
4.7. Porcentaje de mortandad…… 55
V. CONCLUSIONES…… 58
VI. RECOMENDACIONES……..... 59

VII LITERATURA CITADA……... 60
IX. ANEXO……..... 68

## RESUMEN.

El presente trabajo de investigación se desarrolló en las instalaciones de hidroponía de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicada en el Km. 6,200 de la Carretera Federico Basadre, interior 100 m, margen izquierdo; Pucallpa – Perú, región Ucayali, iniciándose en Febrero del 2022 y culminado en Mayo del 2022. La investigación tuvo la finalidad de determinar la eficiencia del tiempo de inmersión de 2 fitorreguladores, en la propagación asexual de estaquillas de mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en condiciones de una cámara de subirrigación. Se empleo de diseño de Bloques completamente Azar (DCA), con 9 tratamientos con 3 repeticiones, que hicieron un total de 27 unidades experimentales. Los fitorreguladores utilizados fueron el Ácido Indolbutírico (AIB) y Ácido Naftalenacetico (ANA), teniendo como concentración de 200 ppm, con dosis de 4 tiempo de inmersión de un 1 minuto, 3 minutos, 6 minutos y 9 minutos, en la hidroponía de la Universidad Nacional de Ucayali. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de estaquillas enraizadas (%), porcentaje de estaquillas con callos (%), número de raíces por estaquilla (#), longitud de raíces (cm), porcentaje de estaquillas con brotación (%), número de brotes aéreos por estaquillas y porcentaje de mortandad (%). Los datos de campo fueron sometidos a un análisis de varianza para determinar diferencias significativas entre los tratamientos evaluados y posteriormente a una prueba de Tukey para determinar cuáles fueron los mejores. De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluyó que para la propagación vegetativa del cultivo de mandarina (*Citrus reticulada* var. Tango), por medio del método de enraizamiento de estaquillas en cámara de sub irrigación, el tratamiento que proporciono los mejores resultados en las variables evaluadas fue el $T^5$ (Acido Indol Butírico a 200 ppm, con un tiempo de inmersión de 9 minutos) y el $T^9$ (Acido Naftalenacetico a 200 ppm, con un tiempo de inmersión de 9 minutos).



**Palabra clave:** Estaquilla, Mandarina var. Tango, cámara de sub irrigación, Acido Indol Butírico, Acido Naftalenacetico.

## ABSTRACT.

The present research work was developed in the hydroponics facilities of the National University of Ucayali, located at Km. 6,200 of the Federico Basadre Highway, interior 100 m, left margin; Pucallpa - Peru, Ucayali region, starting in February 2022 and ending in May 2022. The purpose of the research was to determine the efficiency of the immersion time of 2 phytoregulators, in the asexual propagation of mandarin cuttings (*Citrus reticulata* var. Tango) under conditions of a subirrigation chamber. A completely randomized block design (DCA) was used, with 9 treatments with 3 repetitions, which made a total of 27 experimental units. The phytoregulators used were Indolebutyric Acid (IBA) and Naphthaleneacetic Acid (ANA), having a concentration of 200 ppm, with doses of 4 immersion times of 1 minute, 3 minutes, 6 minutes and 9 minutes, in the hydroponics of the National University of Ucayali. The variables evaluated were: percentage of rooted cuttings (%), percentage of cuttings with calluses (%), number of roots per cutting (#), root length (cm), percentage of cuttings with sprouting (%), number of shoots aerial by cuttings and percentage of mortality (%). The field data were subjected to an analysis of variance to determine significant differences between the treatments evaluated and later to a Tukey test to determine which were the best. According to the results obtained, it was concluded that for the vegetative propagation of the mandarin crop (*Citrus reticulada* var. Tango), by means of the rooting method of cuttings in a sub irrigation chamber, the treatment that provided the best results in the variables evaluated was T5 (Indole Butyric Acid at 200 ppm, with an immersion time of 9 minutes) and T9 (Naphthaleneacetic Acid at 200 ppm, with an immersion time of 9 minutes).



**Keyword:** Stake, Tangerine var. Tango, subirrigation chamber, Indole Butyric Acid, Naphthaleneacetic Acid.

## LISTA DE CUADROS.


| **En el texto** | | **Pág.** |
|---|---|---|
| Cuadro 1. | Composición nutricional ……..…….. | 14 |
| Cuadro 2. | Esquema de análisis de varianza (ANVA) ….…..... | 37 |
| Cuadro 3. | Porcentaje de estaquillas enraizadas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación……...……..……... | 42 |
| Cuadro 4. | Porcentaje de estaquillas con presencia de callos en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación……..……..……..…….. | 45 |
| Cuadro 5. | Número promedio de raíces por estaquillas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación……..…….…… | 47 |
| Cuadro 6. | Longitud promedio de raíces por estaquillas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación……..…...…….…… | 50 |
| Cuadro 7. | Porcentaje de estaquillas con brotes de mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación……. | 52 |
| Cuadro 8. | Número de brotes por estaquillas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación……..……. | 54 |
| Cuadro 9. | Porcentaje de mortandad de estaquillas de mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación……..….. | 56 |
| **En el Anexo** | | |
| Cuadro 10A. | Análisis del porcentaje de estaquillas enraizadas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación……..……..…….. | 69 |
| Cuadro 11A. | Análisis del porcentaje de estaquillas con presencia de callos en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación ……..…… | 69 |

Cuadro 12A. Análisis del número promedio de raíces por estaquillas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación…… 69
Cuadro 13A. Análisis de la longitud de raíces por estaquillas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación…… 69
Cuadro 14A. Análisis del porcentaje de estaquillas con brotes de mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación…… 69
Cuadro 15A. Análisis del número de brotes por estaquillas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación…… 69
Cuadro 16A. Análisis del porcentaje de mortandad de estaquillas de mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación…… 71

## LISTA DE FIGURAS.

**Pág.**


**Figura 1.** Variación del porcentaje de estaquillas enraizadas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación, según tratamientos……..... 43

**Figura 2.** Variación del porcentaje de callos de estaquillas de mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación, según tratamientos……..…… 46

**Figura 3.** Variación del promedio de raíces de estaquillas de mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación, según tratamientos..…….…… 47

**Figura 4.** Variación de longitud de raíces de estaquillas de mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación, según tratamientos……..…… 51

**Figura 5.** Variación del porcentaje de estaquillas con brotación en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación, según tratamientos..……..…….. 53

**Figura 6.** Variación del número de brotes aéreos por estaquilla en mandarina (*Citrus reticulada* var. Tango) en cámara de subirrigación, según tratamientos…….…. 54

**Figura 7.** Variación del porcentaje de mortandad de estaquillas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación, según tratamientos……..... 57


**En el Anexo:**


**Figura 8A.** Hormona AIB (Indole – 3 – butyric acid)……. 72

**Figura 9A.** Hormona ANA (Napthalena Acetic Acid) ……..……... 72

**Figura 10A.** Pesado de las hormonas……..... 73

**Figura 11A.** Preparación de las hormonas……..…….. 73

**Figura 12A.** Construcción de la cámara de subirrigación.…….….. 74

**Figura 13A.** Terminación de la cámara de subirrigación....…….... 74

**Figura 14A.** Incorporación de grava ……..…….. 75

**Figura 15A.** Incorporación de arena.…….…….. 75

**Figura 16A.** Incorporación de Tubo……. 76

**Figura 17A.** Parcela de mandarina variedad Tango…….……. 76

**Figura 18A.** Recolección de las estaquillas.…….…….. 77

**Figura 19A.** Inmersión de las estaquillas.…….…….. 77

**Figura 20A.** Siembra de las estaquillas....…….... 78

**Figura 21A.** Raíces en la estaquilla del tratamiento $T_9$……..….. 78

**Figura 22A.** Raíces en la estaquilla del tratamiento $T_3$……..……... 79

**Figura 23A.** Raíces en la estaquilla del tratamiento $T_4$……..…… 79

**Figura 24A.** Formación de brotes del tratamiento $T_5$..…….... 80

**Figura 25A.** Formación de brotes del tratamiento $T_9$……..…… 80

# I. INTRODUCCIÓN.

Según los reportes mundiales del operador citrícola líder Eurosemillas, por segundo año consecutivo la demanda de la popular mandarina sin semillas Tango, fue muy superior a la oferta, esto debido a que esta variedad ha aportado otro valor añadido a los estándares ya conocidos y su factor más importantes, garantiza su presencia media de semillas en el fruto próxima a cero, incluso en condiciones de polinización cruzada. A nivel mundial la propagación vegetativa es uno de los métodos más eficientes en la mejorar alguna de las características genéticas de la especie como es la productividad, la estaca es un método de propagación asexual que tiene como características la reproducción de individuos iguales genotípicamente al progenitor; procedimiento que es muy limitado cuando se trata de semillas.

Desde tiempos muy remotos, los cítricos como las mandarinas han sido propagados en distintos países como España, Turquía, Portugal y Brasil, mediante distintos sistemas como los acodos aéreos y estacas, en nuestro país también se viene realizando la propagación por estacas; sin embargo, presenta limitaciones como la incapacidad y escasez de realizar multiplicaciones abundantes en corto tiempo; en el cual además se produce la réplica del ADN, es decir la transmisión de la información genética de la planta madre a la que se le define como cualquier parte vegetativa que es separada de una planta madre, que es capaz de formar una nueva planta; este método de propagación presentan menos variabilidad que con la propagación con injertos.

El enraizamiento de estacas es un método de propagación que ha dado buenos resultados en las especies de cítricos, pero es importante contar con buena producción de estacas juveniles en la planta madre y adecuar el protocolo según la especie en cuestión (Majada et al. 2011, Matsunaga y Ohira 2019, Nugrahanto et al. 2019, Escamilla 2020). Estos aún no están establecidos para mandarina tango (Rivera & Martínez, 2021). De alguna manera la dificultad del enraizamiento o de la capacidad del material genético empleado para la formación de las raíces por parte de algunas especies, disminuye la capacidad de multiplicación de la planta, el cual también esta influenciada por la edad de la

planta, el tipo y calidad del sustrato o la humedad de ambiente, por lo que se hace de imperiosidad la necesidad de la aplicación de técnicas como: hormonas, nebulización, humificación o calentamiento basal, esto con la finalidad de favorecer o aumentar la formación de raíces de las estacas.

Las fitohormonas son sustancias reguladoras del crecimiento, las cuales intervienen en la iniciación de raíces adventicias, comercialmente algunas concentraciones tienen acción hormonal los cuales son considerados como hormonas vegetales que regulan los procesos fisiológicos; siendo alguna de ellas las auxinas, citoquininas, giberelinas, acido abscísico y etileno; de ellos las auxinas son las que ejercen mayor efecto en la formación de raíces en esquejes y estacas, sin embargo el tiempo de inmersión o una inadecuada concentración, puede ser causante de procesos inhibidores respecto a la expansión o proliferación considerables de las células de la corteza, el floema o el cambium o al mismo tiempo contribuir a la formación de barreras anatómicas para él enraizamiento por lo que se ha planteado como problema general ¿Cuál es el tiempo de inmersión más eficiente en dos tipos de fitorreguladores de estaquillas de mandarina (*Citrus reticulata var. tango*) en cámara de subirrigación?.

Así mismo el uso de camas de subirrigación para controlar condiciones como la temperatura y la humedad relativa; así como el uso de la inmersión en concentraciones hormonales podrían favorecer el enraizamiento, mejorando la propagación de muchas especies cuyo proceso de germinación es lento y sin mucho éxito por lo que se planteado como objetivo general determinar la eficiencia del tiempo de inmersión de dos fitohormonas sobre estaquillas de mandarina (*Citrus reticulata var. tango)*, manejadas en cámara de subirrigación.

- Determinar el porcentaje de enraizamientos y mortandad en estaquillas de mandarina (*Citrus reticulata var. tango)*, manejadas en cámara de subirrigación.
- Determinar el efecto de las fitohormonas en el crecimiento inicial de estaquillas de mandarina (*Citrus reticulata var. tango)*, manejadas en cámara de subirrigación.

# II. REVISIÓN DE LITERATURA.

## 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

### 2.1.1. Antecedentes internacionales.

Según Aucancela (2017), en su investigación titulada “Propagación vegetativa de café robusta (*Coffea canephora*) utilizando dos hormonas enraizantes en diferentes concentraciones en el Canton Bucay”, en esta investigación se aplicó el diseño de bloques al azar, con 4 tratamientos y 6 repeticiones, además se realizaron las pruebas de significación de tukey al 5 %, para los tratamientos significativos, donde se obtuvieron los siguientes resultados como son: la variable peso de la masa radicular a los 45 días (g) existe diferencia estadística siendo el tratamiento H2D2 (hormona iba con dosis de 800 mg) el mejor con un promedio de 7.67 g y el que menor resultado obtuvo fue el tratamiento H1D1 (hormonagro 1 con dosis de 400 mg) con un promedio de 4.83 g. para la variable volumen radicular a los 45 días, si existe significación estadística donde el tratamiento H2D2 (hormona iba con dosis de 800 mg) presenta el mejor resultado con un promedio de 3.83 cc y el tratamiento H1D1 (hormonagro 1 con dosis de 400 mg) el que menor promedio presentó con 2.00 cc. en la variable longitud de raíz si se presenta significación estadística siendo el mejor tratamiento H2D2 con un promedio 13.48 cm y el tratamiento H1D1 el que menor promedio presentó con 6.80 cm, esto ocurrió a los 45 días de la propagación. la variable peso de la parte aérea de la planta de café si existe significación estadística siendo el tratamiento H2D2 el que mejor resultado presentó con un promedio de 2.75 g y el tratamiento H1D1 el que menor promedio presentó con 0.88 g. para la variable área de las hojas en el cultivo de café si existe significación, el tratamiento que mejor resultado presentó fue H2D2 con un promedio de 27.03 $cm^2$ y el tratamiento con menor resultado fue H1D1 con un promedio de 8.70 $cm^2$. los resultados demuestran que la mejor hormona iba y la dosis de 800 mg para el enraizamiento de café por medio de esquejes.

Según Huanca (2020), en su investigación titulada “Determinación del efecto de dos enraizadores naturales en kiswara (*Buddleja coriácea, remy*)

con tres dosis de estiércol de suri (*Pteroctenia pennata*) en el pueblo histórico de Sora Sora, Provincia Pantaleón Dalence – Oruro", en esta investigación se realizó a principios de septiembre del 2019, con siembra directa de los esquejes en las macetas hechas de botella pet reciclada y finalizo en el mes de diciembre cuando ya se contaba con raíces y un crecimiento longitudinal aceptable, con un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2 x 3, con 6 tratamientos y 3 repeticiones. los resultados por tipo de enraizador, se tuvo un porcentaje de supervivencia de 59.26%, para números de hojas y brotes el frejol negro fue la mejor enraizador con el cual se consiguió 8 unidades en ambas variables, en el caso de longitud de crecimiento y de raíz se obtuvo 13.3 y 10.78 cm, para el número de raíces se obtuvo 15 unidades promedio y en el estado sanitario se obtuvo un 3.16, se reporta que los esquejes tienen un buen estado general con pocas deficiencias nutricionales, todos los resultados de las variables son con el germinado de frejol negro. en el caso por tipo de sustrato se obtuvo un porcentaje de supervivencia del 72.22%, para el número de hoja y brotes se consiguió 10 unidades en ambas variables, en el caso de longitud de crecimiento y de raíz se obtuvo 14.68 y 13.33cm, con el número de raíces se obtuvo 16 unidades promedio y en el estado sanitario se obtuvo un 3.86 el cual muestra que los esquejes tienen un buen estado de general con pocas deficiencias nutricionales, todos los resultados de las variables se muestran con el sustrato 2. se afirma que el frejol negro tiene propiedades útiles para el crecimiento de los esquejes como para las raíces y el sustrato 2 (estiércol de suri 1; tierra 2; arena 2), llego a ser un buen sustrato para todos nuestros factores de respuesta, pero debemos llegar a usar en proporciones medias.

### 2.1.2. Antecedentes nacionales.

Según Neyra (2018), en su investigación titulada el efecto de tres enraizantes en la propagación asexual de esquejes de clavel (*Dianthus caryophyllus, L*), con el propósito de evaluar el efecto de tres enraizadores en la propagación asexual de esquejes de claveles (*Dianthus caryophyllus, L*) en condiciones de invernadero, se empleó de diseño de bloques completamente randomizado (BCR) con arreglo factorial (4x3), con 3 repeticiones. Los enraizantes utilizados fueron: Roott-Hor, Rizoplus y Radigrow con dosis de 0 ml,

5 ml, 10 ml y 15 ml por litro de agua en la que se sumergieron por 5 minutos, los esquejes de clavel variedad Nelson. Los resultados indicaron para volumen radicular el enraizantes Rizoplis con una dosis de 15 ml, en el porcentaje de enraizamiento no mostro significación estadística. En el peso radicular indicaron en las concentraciones de 10 ml de Radigrow tuvo mejores efectos en la propagación de esquejes de clavel y en la longitud radicular los resultados mostraron que la concentración de 10 ml de enraizante Radigrow, tuvo un mayor efecto.

Según Mendoza (2019), en su investigación titulada “El efecto de tres dosis de Root – Hor en el enraizamiento de estacas de Higo (*Ficus carica*) en condiciones de vivero”, teniendo como objeto evaluar y determinar el efecto de tres dosis de Root Hor en el enraizamiento de estacas de Higo *(Ficus Carica L*.) var. Toro Sentado, pero esta investigación se utilizó un Diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos y un control (T0), T1 (200 ml de RH), T2 (250 ml de RH) y T3 (300 ml de RH) con 4 repeticiones cada uno. Para comparar la diferencia entre los promedios se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey (a = 0,05). Los parámetros evaluados fueron el número de brotes, numero de hojas, altura de planta, numero de raíces y longitud de raíces. Finalmente se obtuvo que el mejor resultado fue con la dosis de 300 ml de Rooter Hor (RH) teniendo como promedio: 1.40 número de brotes, 20.73 hojas en la última evaluación, 3.27 cm en altura de planta, 9.25 de raíces y 1.18 cm de longitud.

### 2.1.3. A nivel regional.

Según Matos (2022), en su investigación titulada “Efecto de diferentes concentraciones de ácido diclorofenoxiacético (2,4-d) en la inducción de callos viables in vitro de llantén (*Plantago major L*.) en Pucallpa” La investigación tuvo la finalidad de estudiar el efecto de diferentes concentraciones de Ácido 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D) en la inducción de callos viables in vitro en llantén (*Plantago major L*.) en Pucallpa, el cual fue desarrollado en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos y Meristemas de la UNU, situado en la Carretera Federico Basadre Km 6, en el distrito de Callería, provincia de Coronel

Portillo, departamento de Ucayali, por lo cual, se desinfectó semillas de llantén, los cuales fueron sembrados en un medio de cultivo compuesto por sales y vitaminas de Murashige y Skoog, complementados con 30 g/L de sacarosa, 11 g/L de agar, sin reguladores de crecimiento, los cuales, a los 58 días desarrollaron plántulas de 3 cm de altura y 4 hojas, los mismos que fueron cortados y sembrados en los medios de cultivo conteniendo las concentraciones de 2,4-D estudiados, asimismo, se desinfectó hojas y peciolos provenientes de plantas de llantén de vivero, los mismos que fueron cortados y sembrados en los medios de cultivos conteniendo las concentraciones de 2,4-D estudiados, los frascos sembrados fueron acondicionados en la cámara de incubación a 1000 lux de intensidad lumínica, una temperatura controlada de 24 °C, una humedad relativa de 60% y un fotoperíodo de 12/12 horas luz y penumbra. Se empleó un Diseño Completo al Azar, con 6 tratamientos y 15 repeticiones (frascos) y una prueba de Tukey ($P \leq 0,05$), concluyendo que, el uso de semillas de llantén como explantes, desinfectados con Hipoclorito de sodio al 1% por un espacio de 20 minutos y enjuagado con agua destilada por 4 veces, evitó la contaminación por hongos y bacterias, generando un 90% de germinación bajo condiciones de in vitro, no obteniéndose tejido sano a partir de explantes provenientes de plantas de vivero, asimismo, los tratamientos con 0,50 ppm de 2,4–D y 0,75 ppm de 2,4–D lograron los mejores promedios de peso final de callos, incremento de peso de callos de llantén.

Según Dahua (2018), en su investigación titulada “efecto del ácido-3-indolbutírico en la producción de clones de *Simarouba amara* (marupa) Aubl. *Croton matourensis* (aucatadijo) aubl. en Pucallpa, Perú”, en dicha investigación con la especie Marupa se usó cuatro dosis de AIB (6000, 8000, 10000, 12000 ppm) con dos tipos de estacas (apical, basal) en un diseño completo al azar con arreglo factorial 2*4, ocho tratamientos con tres repeticiones y unidades experimentales de cuatro estacas juveniles por tratamiento haciendo un total de 96 estacas. Bajo estas condiciones se obtuvo 41.7% de enraizamiento ,25% de callosidad, 66.7% de sobrevivencia y un porcentaje de brotación de 66.7% con las estacas de tipo apical con la dosis de 12000 ppm. En el ensayo de la especie Aucatadijo se usó seis dosis de AIB (0, 2000, 4000, 6000, 8000, 10000 ppm) con dos tipos de estacas (apical, basal) en un diseño completo al azar con arreglo

factorial 2*6, doce tratamientos con cuatro repeticiones y unidades experimentales de cuatro estacas juveniles por tratamiento haciendo un total de 192 estacas. Con las estacas de tipo apical y la dosis de 8000 ppm se obtuvo 18.8% de enraizamiento, 43.8% de callosidad y 56.3% de sobrevivencia. Con los resultados obtenidos se acepta las hipótesis planteadas donde se sostiene que “A mayor concentración de AIB mayor porcentaje de enraizamiento, brotación, número y longitud de raíz en las estacas de Marupa y Aucatadijo.

## 2.2. MARCO TEÓRICO.

### 2.2.1. Origen y generalidades de los cítricos.

Según Taira (2021), el origen de los cítricos, se localiza en Asia oriente, en una zona que abarca desde la vertiente meridional del Himalaya hasta china meridional, Indochina, Tailandia, Malasia e Indonesia. El cultivo se extiende en la mayor parte de las regiones tropicales y subtropicales comprendidas entre los paralelos 44ºN y 41ºS.

### 2.2.2. Mandarina.

Según Ibarra (2021), fruto de piel de naranja, similar al del naranjo, pero mucho más fragante, más frágil y rico en aceites esenciales, de tamaño mediano y aplanado; la carne en gajos es azucarada y tiene un sabor mucho menos intenso que su aromo.

### 2.2.3. Aspectos generales de cultivo.

Según Vásquez (2019), la mandarina es el fruto de las diferentes especies de cítricos llamados comúnmente mandarino, entre ellas Citrus reticulata, Citrus unshiu, Citrus reshni, así como sus hibridos, incluyendo Citrus tangerina, cuya taxonomía, está discutida. (Citricultura, s.f) Pertenece al grupo de frutos llamados hesperidios y su pulpa está formada por un considerable número de gajos llenos de zumo o jugo; el cual contiene mucha vitamina C, flavonoides y aceites esenciales. Es el cítrico más parecido a la naranja, aunque de menor tamaño, sabor más aromático y con mayor facilidad para quitar su piel en la mayoría de las variedades, así como una acidez ligeramente inferior y una mayor proporción de azúcares simples. Estas propiedades hacen que se considere una golosina natural de fácil consumo para jóvenes y ancianos. La mandarina es muy buena por su vitamina A y C.

### 2.2.4. Clasificación taxonómica.

Según Caviedes (2018), la mandarina corresponde a la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Orden: Sapindales
Familia: Rutaceae
Subfamilia: Citroideae
Tribu: Citreae
Género: *Citrus*
Especie: *Citrus reticulata*

### 2.2.5. Clasificación de las variedades.

Según Fronda (2021), la clasificación de las mandarinas es la siguiente:

#### 2.2.5.1. Grupo Satsumas.

Los frutos de este grupo son de forma achatada, pero suelen hincharse al iniciar el cambio de color, el cual es naranja asalmonado cuando está maduro. Son de fácil pelado y buen aroma.

Dentro de este grupo encontramos las siguientes variedades:

##### 2.2.5.1.1. Okistu.

Árbol poco vigoroso, hojas de mayor tamaño que las de Owari, la más precoz de este grupo, produce frutos de muy buen sabor y dulzor.

#### 2.2.5.1.2. Owari.

Árbol vigoroso, de ramas largas. Fruto de forma aplanada, buen tamaño, color naranjo claro y buena cantidad de jugo. Normalmente se cosecha después de las Okitsu.

#### 2.2.5.1.3. Clausellina.

Árbol de poco vigor y fruta de baja calidad comercial, sin embargo, es buscado por su precocidad.

### 2.2.5.2. Grupo clementinas.

Este grupo es clasificado más por motivos comerciales que por características. Son arboles de buen vigor y desarrollo, con crecimiento de apertura, y en ocasiones crecimiento vertical. Los frutos de este grupo son entre pequeños y medianos. Encontramos dentro de este grupo la variedad que en el valle de Huaral e irrigación Santa Rosa no tienen mayor importancia como la Oroval, Clemenules, Oronules, Clemenpon, entre otras.

### 2.2.5.3. Grupo de otros híbridos de mandarinas.

#### 2.2.5.3.1. Tangors.

Híbridos de mandarina y naranjo dulce. Normalmente árboles grandes y vigorosos, con frutos medianos a grandes, ligeramente aplanados. La variedad más representativa de estos híbridos en nuestro territorio es Murcott y W Murcott.

#### 2.2.5.3.2. Nova.

Porte mediano, vigoroso y productivo, fruta aplanada de color rojizo intenso.

#### 2.2.5.3.3. Tangelo.

Híbrido entre mandarina y pomelo. Arboles de porte alto y una fruta redonda de buen tamaño, de pelado difícil y con semillas.

#### 2.2.5.3.4. Malvasio.

Planta vigorosa y de gran tamaño. Fruta de tamaño mediano y cáscara muy adherida y con gran cantidad de semillas. Es considerada como un Tangor natural.

### 2.2.6. Descripción botánica.

Según Sánchez (2016), el árbol de mandarina es un árbol pequeño de 2 a 6 m de altura a comparación del naranjo. Las características botánicas son:

#### 2.2.6.1. Raíz.

Sistema de raíz pivotante que puede alcanzar hasta 1,50 m de profundidad. La mayor densidad de raíces secundarias se encuentra a los 80 cm y pueden alcanzar longitudes entre 6 y 7 m, en sentido horizontal.

#### 2.2.6.2. Tallo.

Son plantas de un solo troncode forma cilíndrica y ramificación variable con la especie y la variedad. El tronco joven es de color verde y va adquiriendo una coloración cada vez más parda a medida que sus tejidos externos se van suberificando.

#### 2.2.6.3. Hojas.

Hojas alternas, punteadas, glandulares, lanceoladas, acuminadas enteras o finamente crenado- serruladas, son pequeñas y poseen peciolos de 2.5 a 5 cm de largo, alados, angostos y articulares con sus correspondientes limbos.

#### 2.2.6.4. Flores.

Son individuales de color blanco, pentámeras, con 18 a 24 estambres, pueden presentarse en racimos, pero nunca forman una inflorescencia ramificada, el cáliz de 4-5 sépalos libres o soldados de prefoliación imbricada, ovario plurilocular y el estilo largo y caedizo.

#### 2.2.6.5. Fruto.

El fruto es globoso y deprimido, liso o algo rugoso, brillante de color anaranjado rojizo, con la cascara más foja y los segmentos o gajos de la pulpa fácilmente separables, mide de 2.5 a 7.5 cm de diámetro y sus semillas son blancas y puntiagudas.

### 2.2.7. Las partes del fruto cítrico.

Según en Guzmán (2015) son:

#### 2.2.7.1. El flavedo o exocarpio.

es la parte externa y coloreada del fruto. Aquí se encuentran las glándulas de aceites esenciales producidas por los cítricos

#### 2.2.7.2. El endocarpio.

Es la parte interna del pericarpio.

#### 2.2.7.3. El mesocarpio o albedo.

Es la parte blanca de la cascara, entre el exocarpio y el endocarpio.

#### 2.2.7.4. Las vesículas de jugo.

son las partes comestibles del fruto, donde se encuentran diseminadas las semillas.

### 2.2.8. Requerimientos climáticos.

- Temperatura: Según Almache (2021), debe estar en un rango entre 13 y 30ºC, las más óptima es de 23ºC, si la temperatura se encuentra por debajo de 8ºC, origina un problema en el desarrollo de la planta y si la temperatura se eleva a 36ºC produce el deterioro del fruto.

- Suelo: Según Contreras (2018), se requieren suelos permeables, poco calizos, y un medio ambiente húmedo. Se recomienda que el suelo sea profundo de la tal manera que se garantice el sembrío adecuado del árbol y pueda aprovechar los nutrientes de la tierra. Los suelos deben tener proporción equilibrada de elementos gruesos y finos, para que permita el paso de agua y se mantenga la humedad óptima.

- Precipitación: Según Llamoca (2017), menciona que el limón requiere de 1,000 a 2,000 mm anuales de precipitación, sostienen que el exceso de precipitación trae como consecuencia problemas de enfermedades como gomosis del tronco y de las ramas, “arañero”, lavado de fertilización y erosión de los suelos cuando existe ciertas pendiente. Sin embargo la lluvia ofrece ciertas ventajas: El número de aplicaciones para el control de plagas disminuye, las hojas se encuentran limpias y desarrollan una mayor capacidad fotosintética como favoreciendo un mejor desarrollo de la planta.

- Viento: Según Llamoca (2017), revela que los vientos fuertes nos obligan a usar cortinas rompe vientos que deben ubicarse de manera perpendicular a los vientos predominantes, esto evita problemas de deformaciones de troncos y ramas, así como desecación de flores y efectos mecánicos sobre los frutos, perdida de agua por transpiración, disponibilidad de agua en el suelo, etc.

### 2.2.9. Composición nutricional.

Según Castro (2021), como se observa en la tabla 1, el componente mayoritario en las mandarinas es el agua, cantidad considerable em comparación con otras frutas de su género; asimismo aporta menor cantidad de azúcares, se puede observar una pequeña cantidad de fibra principales en la corteza; al igual, es fuente de vitaminas, en las cuales sobresale la vitamina C, y la provitamina A, además de cantidades destacables de ácido cítrico, potasio y magnesio.

**Cuadro 1. Composición nutricional según (Castro, 2021).**

| **Mandarina (100 gr de sustancia comestible)** | |
|---|---|
| Agua | 87 g |
| Proteínas | 0.8 g |
| Lípidos | 0.2 g |
| Carbohidratos | 11.6 g |
| Calorías | 46 kcal |
| Vitamina A | 420 Oul |
| Vitamina b1 | 0.07 mg |
| Vitamina B6 | 0.06 mg |
| Ácido Nicotínico | 0.2 mg |
| Ácido Pantoténico | 0.2 mg |
| Vitamina C | 31 mg |
| Potasio | 110 mg |
| Calcio | 40 mg |
| Magnesio | 11 g |

## 2.3. MANDARINA TANGO.

Según Aguilera (2020), se trata de una variedad de mandarina cuyo origen es una mutación obtenida en California a partir de la irradiación de yemas de la variedad Afourer-W.Murcott conocida también como “Nardocott” y que anteriormente hemos expuesto. El árbol es vigoroso, de porte erecto y con alguna espina pequeña. Es un tipo de mandarina que no tiene semillas y cuyo fruto es ligeramente inferior al “Afourer”. Es sensible al bufado y si se retrasa mucho la recolección, la corteza del fruto se decolora.

### 2.3.1. Características del híbrido.

Según Aguilera (2020), las características de la mandarina tango son los siguientes: bee friendly: No necesita aislamiento ni medidas contra las abejas; seedless: Ausencia de semillas o pepitas en el fruto, dotándose de un alto valor comercial y proporcionando la comodidad y seguridad en los consumidores. Al ser una variedad estéril, evita la polinización cruzada: la transferencia de polen de una a otra especie de planta realizada por viento, abejas y otros insectos. Su polen estéril no contamina otros cítricos próximos. Igualmente, gracias a la infertilidad de su óvulo tampoco se ven contaminadas por otros cítricos. A diferencia de otras variedades, conviven perfectamente con las abejas y no la combaten, sin impedir su importancia labor de polinización en las plantas; garantía varietal: Presencia de los mecanismos de control necesarios para la certificación legal de las variedades para su comercialización; trazabilidad: Identificación del producto, comercialización / empaque tador y país del cultivo; color: Naranja intenso; sabor: Único, delicioso, con alto contenido en el zumo; mandarina tardía, con producción en enero, febrero y marzo en el hemisferio norte, y en julio, agosto y septiembre en el hemisferio sur, lo que permite ampliar los periodos de consumo; fácil de pelar; textura de la cáscara: fina; textura de la pulpa: fina; tamaño mediano pequeño: 50-60 mm; peso: 70g – 90g por fruta; forma: oblata; % Jugo: 50% - 54% zumo; índice de color: 2; excelentes características para el almacenamiento.

### 2.3.2. Observaciones agronómicas.

Según Aguilera (2020), las observaciones agronómicas de la mandarina tango son: polen estéril – No contamina otras variedades; óvulo estéril – No contaminada por polen de otras variedades.

### 2.3.3. Tango en el mundo.

Variedad de mandarinas desarrolladas y patentadas por la Universidad de California con producción en los meses de enero, febrero y marzo. La variedad diferenciación de tango es que no tiene semillas, lo que se ha convertido en un valor añadido tanto para el productor como para el consumidor, además habría que señalar el sabor único, su atractivo color y alto contenido en zumo, lo que garantiza su éxito comercial. Estas variedades ya están siendo comercializadas en los principales mercados de EEUU y Europa como productos Premium. Las mandarinas de Tango están implantadas en la mayoría de los países productores de cítricos son las siguientes: EEUU: líder con más de 4 millones de árboles plantados; América latina encabezada por Perú, seguida de Chile, Argentina, Uruguay; cuencas del mediterráneo con España, Egipto, Portugal y Turquía; Sudáfrica; China.

Durante los últimos cinco años Tango se ha situado en tiempo récord como una mandarina de referencia en las principales zonas productoras de los dos hemisferios: en el sur, con México, Perú, Chile, Uruguay y Argentina (Sudamérica) así como Sudáfrica y en el hemisferio norte, en España y en otros países de la cuenca mediterránea, así como en china.

Tango, la mandarina tardía obtenida por la Universidad de California Riverside (Estados Unidos) pero comercializada más allá de dicho país por la española Eurosemillas, pasará a la historia de la citricultura por haber protagonizado la más rápida y planificada expansión comercial de entre todas las mandarinas hoy protegidas en el planeta, publico el portal web especializado “Fresh Plaza” (Aguilera 2020).

## 2.4. PROPAGACIÓN VEGETATIVA.

Según Mamani (2017), la propagación vegetativa, se define como la multiplicación de una planta a partir de una célula, un tejido, un órgano (raíces, tallos, hojas). Esto es posible, debido a que las células vegetales conservan la capacidad de regenerar la estructura entera de la planta; esta capacidad se debo a factores como la totipotencia, es decir, que cada célula vegetal viviente contiene un su núcleo la información genética para reconstruir todas las partes de la planta y sus funciones; y la desdiferenciación o capacidad de las células maduras de volver a una condición meristemática y desarrollar un punto de crecimiento nuevo. La propagación vegetativa es importante para preservar la homogeneidad genética de las plantas, distinguiéndose en diferentes áreas tales como: horticultura, floricultura, forestal y en el mejoramiento convencional. Este método se ha empleado para multiplicar rápidamente en gran número de especies, Salix, Populus, entre otros por medio de esquejes de ramas primarias en diferentes zonas para reforestación.

### 2.4.1. Importancia de la propagación vegetativa.

Según Huarhua (2017), la propagación asexual las características heredadas del progenitor pueden ser conservadas. En realidad, la nueva planta es la continuación del crecimiento y desarrollo del progenitor. Esta forma de reproducción tiene la ventaja reproducir exactamente el árbol del que tomamos el vástago, además se obtiene árboles del mismo sexo que tiene la planta madre.

### 2.4.2. Ventajas e inconvenientes del uso de estacas.

Según Dos Montes (2017), las ventajas de la propagación son las siguientes: simplicidad del procedimiento; absoluta homogeneidad en todos los árboles obtenidos; obtención de un gran número de árboles a partir de una sola planta madre; cultivos más cortos debido a la rapidez de esta técnica; ausencia de problemas de incompatibilidad entre partes vegetativas; perfecta conservación de las características clonales; necesidad de poco espacio; se

evita la dependencia hacia el uso de semillas; es posible lograr un control preciso del parentesco.

La ventaja de la propagación por estacas en relación con la propagación por injerto, es la confiabilidad de la replicación genética de la planta madre; con esta técnica se puede obtener nuevas plantas a partir de estacas con las características genéticas idénticas a las plantas madres. Generalmente se debe realizar con la finalidad de instalar “jardines clonales”, es decir, propagar las mejores plantas y sembrarlas en un lugar determinado para promover el cruzamiento entre ellas y así poder tener mejores semillas y ende mejores plantas.

Según Dos Santos (2017), indica que dentro de los inconvenientes se pueden mencionar, son las siguientes: imposibilidad de una resistencia especial de la raíz a condiciones desfavorables; reducidos porcentajes de prendimiento en algunas especies y variedades; producción limitada del material madre; riesgos de plangas y enfermedades, parcialmente peligroso para el clon. En cuanto a la limitación primera, existen temores sobre la calidad del sistema radical de los árboles provenientes de la propagación por estacas, la experiencia de programas clonales demuestra que los árboles originados por estacas no son inferiores a los originales por semilla botánica en cuanto a sistema radicales. Además, la calidad del sistema de raíces es justamente una de las características de selección de clones, existiendo una serie de tratamientos que permite mejorar la calidad del sistema radical formado.

### 2.4.3. Selección de árboles.

Según Jorge (2018), la silvicultura clonal se basa en la selección de árboles sobresalientes con características de importancia económica principalmente, tales como rectitud del fuste volumen, habito de ramificación, sanidad forestal, etc., con el fin de obtener copias genéticamente idénticas de cada uno y en periodos más cortos. Esto se logra, seleccionando en sitios donde los efectos de las fuentes no genéticas de variación, tales como clima, suelos, edad y agentes bióticos, sean mínimos; la selección resulta ser más eficiente en

plantaciones puras que crecen en sitios homogéneos. Al momento del corte de la estaca o del material vegetal colectado se interrumpe la fuente de suministro de agua y nutrientes, provocando que el material vegetal pierda agua en mayor medida por la evapotranspiración, así que se debe tomar ciertas medidas necesarias para mantener en buen estado el material vegetal, por lo que no se debe dejar expuesto al sol, la colecta se debe realizar en horas de la mañana evitando las horas de alta temperatura durante el día, inmediatamente el material vegetal se deberá mantener envuelto en papel húmedo dentro de bolsas plástico, si se van a transportar por distancias largas, es convenientes colocarlos en capas alternas de papel húmedo.

### 2.4.4. Métodos de propagación vegetativa.

#### 2.4.4.1. Propagación asexual.

Según Sánchez (2017) se trata de un proceso que implica la separación y el enraizamiento de una parte de la planta. De esta manera, las células, tejidos u órganos desprendidos se desarrollan directamente en nuevos individuos. Las zonas de absición tienen que ser precisas. En virtud de su capacidad para formar yemas y raíces adventicias, casi cualquiera de los órganos de la planta tiene relación con su propagación vegetativa al sufrir modificaciones que le permiten desarrollarse en un órgano vegetal completo e independiente, con las mismas características genéticas de la planta progenitora.

#### 2.4.4.2. Propagación asexual natural.

##### 2.4.4.2.1. Propagación de bulbos.

Según Machaca (2020), se desarrolla sobre tallos cortos y engrosados, a partir de yemas axilares de hojas carnosas. De éstas obtienen elementos de reserva, a diferencia de los cormos que las obtienen a partir del tallo, lo cual les permite producir rápidamente raíces adventicias. Se desarrollan subterráneamente en forma de tallos carnosos,

cubiertos con hojas engrosadas a manera de escamas que funcionan como órganos de reserva.

#### 2.4.4.2.2. Propagación por rizomas.

Según Machaca (2020), otras plantas se extienden por medio de tallos subterráneos denominados rizomas, que crece bajo la superficie de la tierra. Su aplicación se da en: plantas aromáticas como el “jengibre” (Zingiber officinale), “menta” (Mentha piperita), “orégano” (Oréganum vulgare), “estragón” (Artemisia dracunculus) y “romero” (Rosmarinus officinalis) se reproducen a través de rizomas. Algunas malezas como, el “quicuyo” (Pennisetum clandestinum) y otras considerando como plagas, son muy difíciles de controlar porque se extienden también por medio de estolones o rizomas.

#### 2.4.4.2.3. Propagación por tubérculos.

Según Machaca (2020), los tubérculos son tallos subterráneos engrosados por acumulación de sustancias alimenticias, y sirven también como medio de reproducción. Ejemplos típicos de tubérculos son las “papas” (Soanum tuberosum) y las “batatas” (Ipomoea batatas). Algunas de las variedades de papa que se cultivan casi nunca producen semillas, y deben ser propagadas plantando un trozo de tubérculos que tenga una yema u “ojo” del cual surgirán nuevas raíces y tallos. De esta forma se origina una nueva planta de papa, genéticamente idéntica a la que dio origen.

#### 2.4.4.2.4. Propagación por estolones.

Según Machaca (2020), los estolones son tallos especiales modificados, producidos por algunas plantas, que crecen en el terreno en forma horizontal. Pueden ser tallos postrados o desparramados que crecen sobre el terreno, como se encuentra en algunas especies leñosas. El termino describe también las estructuras horizontales de tallos que se presentan en el “pasto Bernuda” (Cynodon dactilon) y en la “menta” (Mentha

piperita). En la tuberización intervienen tallos subterráneos semejantes a estolones. Se aplican en especies como: menta, hierbabuena, fresas o frutillas.

#### 2.4.4.3. Propagación asexual artificial.

Según Miranda (2016):

##### 2.4.4.3.1. Acodos.

Es un método de propagación mediante el cual se provoca la formación de raíces adventicias en un tallo que está todavía adherido a la planta madre, el cual se separa para convertirse en una nueva planta que crece en sus propias raíces. Existen diversos procedimientos para realizar el acodado simple, acodado compuesto o serpentino, el acodado aéreo o chino y el acodado de cepa.

##### 2.4.4.3.2. Injerto.

Es una técnica que consiste en unir dos partes de plantas diferentes de modo que se integren y continúan creciendo como si se tratase de una sola planta. Una de las piezas, la púa, es el tallo de la planta que se desea multiplicar, dicha púa se inserta en el sistema de vástago de otra planta que recibe el nombre de patrón o porta injerto.

##### 2.4.4.3.3. Esquejes.

Esqueje, en el más amplio sentido es todo parte cortado de una planta que tiene la facultad de emitir raíces, alimentarse gracias a ellos desarrollar sus yemas o producirlas si no las tiene, y perpetuar así la planta madre o tutor. Plantaciones por esquejes, ciertas especies de árboles crecen más fácilmente si se emplean en la plantación esquejes, en vez de semilla.

#### 2.4.4.3.4. Estacas.

La estaca consiste en tomar la forma de un vegetal llamado pie madre, un órgano ayudarle a subsistir y después a regenerarse, es decir, volver a formar las partes que le faltan a fin de reconstituir una planta completa.

### 2.4.5. Tipos de estacas.

Según Jorge (2018), de acuerdo a la edad y la consistencia de la porción vegetal, existen tres tipos de estacas. En un porcentaje mínimo de número de especies, las estacas de cualquier tipo pueden enraizar, aunque puede variar el resultado según el tipo de estaca.

#### 2.4.5.1. Estaca apical.

Es la parte más joven de la planta, donde los meristemos están activos y se presentan varios nudos a lo largo del tallo. Por lo general enraízan con mayor facilidad y rapidez que las de otro tipo, deben ser enraizadas en condiciones que impidan pérdidas de agua. Responden positivamente al tratamiento con sustancias que estimulen el enraizamiento.

#### 2.4.5.2. Estaca intermedia.

Proviene de la parte media de la planta donde ha cesado la elongación del tallo y su consistencia es semi-dura.

#### 2.4.5.3. Estaca basal.

Es la parte madura o adulta de la planta, generalmente el brote de esta porción vegetal es más lenta. Las estacas se deben hacer enraizar en condiciones favorables y que no generen un secamiento excesivo, ya que de lo contrario son lentas para enraizar.

### 2.4.6. Proceso de formación de raíces cuando se hacen estacas.

Según Palma (2017), la formación de raíces cuando se hacen estacas son: el proceso de formación de raíces es un proceso que ocurre en forma interna, (proceso endógeno); ocurre generalmente a partir de la multiplicación radial de las células del meristemo secundario; el punto de origen de las raíces puede estar en una yema, en los nudos, en los entrenudos o extremidad basal de una estaca (zona de corte); formación de una placa necrótica (suberina) en la zona de corte de la estaca a manera de un sello de una estaca (zona de corte); formación de una placa necrótica (suberina) en la zona de corte de la estaca a manera de un sello. Mecanismo que impide la desecación del material; grupo de células detrás de la zona de corte se dividen y forman una capa de parénquima (callo).

### 2.4.7. Condiciones que afectan a la propagación.

Según Palma (2017); las condiciones que afectan a la propagación son: condición fisiológica de la planta madre; factor de juvenilidad; tipo de madera seleccionada; presencia de virus; época del año en que se hace la estaca; en células cercanas al cambium y floema se forman primordios radiculares; en células cercanas al cambium y floema se forman primordios radiculares; formación de conexiones vasculares (xilema y floema) en el nuevo tejido formado.

### 2.4.8. Factores vinculados al ambiente y medio de enraizado.

Según Pizarro (2017):

#### 2.4.8.1. Luz.

La luz es de importancia primordial como fuente de energía para la fotosíntesis. En el enraizamiento de estacas y esquejes, los productos de la fotosíntesis son importante para la iniciación y crecimiento de las raíces. Durante

el proceso de enraizamiento los esquejes no necesitan mucha luz. Basta con colocarlos en un rincón abrigado para protegerlos del sol directo.

#### 2.4.8.2. Temperatura.

El enraizamiento de estacas de la mayoría de las especies son satisfactorias temperaturas diurnas de 12 a 27 ºC, con temperaturas nocturnas de 15ºC. La temperatura del aire excesiva tiende a estimular el desarrollo de las yemas con anticipación al desarrollo de las raíces y por lo tanto aumenta la pérdida de agua por las hojas. Es importante que las raíces se desarrollen antes que el tallo. La temperatura de los esquejes es otra variable decisiva en los índices de supervivencia. Cuanto más estables y constante sea (día y noche) mejor. La temperatura ideal sería 25º a 28ºC en las raíces y tres o cuatro grados menos en torno a las hojas, lo que minimiza la transpiración, y por lo tanto la deshidratación de los esquejes.

Según Ayllón (2018):

#### 2.4.8.3. Sustrato.

Las relaciones de agua, luz y medio de enraizamiento constituyen factores importantes, siendo imprescindibles un medio de enraizamiento que proporcione porosidad, tener una alta capacidad de retención y buen drenaje para estaquillas de madera dura y semi dura, sustentando que un medio de enraizamiento debe garantizar una humedad sin exceso y esto se logra con una textura media, semi arenosa y una humedad de aire adecuado.

#### 2.4.8.4. Selección de estaquillas.

Existe evidencia de la nutrición de la planta madre influye sobre el desarrollo de las raíces y ramas en las estaquillas tomadas de ellas, el material adecuado de estaquillas que está en función a la riqueza de carbohidratos y pueden determinarse por la firmeza del tallo.

#### 2.4.8.5. Factor juvenil.

Una asociación directa y cuantitativa en la disminución del enraizamiento y la producción de un inhibido de las raíces que se encontraba en los tejidos de las estaquillas. En los tallos de plántulas jóvenes no se encontraba el inhibido e igualmente estaba ausente en el tejido adulto del tallo de Eucaliptus deglupta, especie que enraíza con facilidad.

#### 2.4.8.6. Condición fisiológica de la planta madre.

La nutrición de la planta madre influye sobre el desarrollo de las raíces y ramas en las estaquillas tomadas de ellas; cuando se habla de material adecuado de estaquillas se refiere a la riqueza de carbohidratos y puede determinarse por la firmeza del tallo. Sin embargo puede confundirse con la firmeza debida a la maduración de los mismos. Las estaquillas obtenidas de plantas jóvenes o de sectores más juveniles tienen mayor capacidad para formar raíces.

#### 2.4.8.7. Área foliar.

La presencia de hojas en las estaquillas ejerce una fuerte acción estimulante sobre la iniciación de las raíces. Es probable que el fuerte efecto promotor de inducción de raíces que ejercen las hojas y yemas se daba a otros factores más directos, dado que las yemas y hojas son poderosos productores de auxina y los efectos se observan directamente debajo de ellas, ya que existe un transporte polar, del ápice a la base.

### 2.4.9. Tipos y épocas de corte de la estaca.

Según Aquino (2020), De acuerdo a la época del año y la especie que se trata, varían los tipos de estacas posibles de realizar y la eficiencia de enraizamiento. Las mimas pueden ser: herbáceas, en especies herbáceas durante todo el año; de madera suave o herbácea, a partir de brotes nuevos de primavera en arbustos y especies leñosos; de madera semileñosa, en arbustos

y especies leñosas durante el verano a partir de tallos del crecimiento de la temporada; de madera dura o leñosa, en arbustos y leñosas en otoño o invierno a partir de tallos leñosos del crecimiento de la temporada anterior.

A lo largo del año las plantas pasan por diferentes estados. El contenido endógeno de las hormonas, entre ellas las auxinas responsables de la inducción de las raíces adventicias, varían según la época del año. Es mayor en primavera, luego, del reposo invernal, cuando hay un activo crecimiento de los brotes. En general es la época cuando enraízan con mayor facilidad las estacas.

## 2.5. FITORREGULADORES.

Según Barboza (2018), es un producto reguladore del crecimiento de las plantas; normalmente se trata de hormonas vegetales (fitohormonas), y sus principales funciones son estimular o paralizar el desarrollo de las raíces y de las partes aéreas. Las fitohormonas son compuestos orgánicos sintetizados en un órgano o sistema de la planta y que se translocan a otro órgano donde, a muy bajas concentraciones, provocan una respuesta fisiológica. Una planta, para crecer, necesita luz, oxígeno ($CO_2$, que principalmente toma del aire), agua y elementos minerales, incluido el nitrógeno, que toma principalmente del suelo. Con todos estos elementos, la planta fabrica materia orgánica, convirtiendo materiales sencillos en los complejos compuestos de los que están formado los seres vivos.

### 2.5.1. Importancia de los reguladores de crecimiento o fitohormonas.

Según Castañeda (2020), la aplicación de fitorreguladores es una práctica extendida en muchos cultivos, y con ella se persiguen objetivos muy distintos y determinados. El fitorregulador es una hormona vegetal. La hormona es una sustancia orgánica que se sintetiza en el inferior de la planta y que, a bajas concentraciones, puede activar, inhibir o modificar su crecimiento (Yuste, 2007). Las fitohormonas se caracterizan por participar en variadas respuestas morfogenéticas y de crecimiento de manera pleotrópica, esto quiere decir, que

una misma hormona participa en diferentes procesos y además, que dependiendo de su concentración, la misma hormona puede ser estimulatoria o inhibitoria de una misma respuesta. Por otra parte, varias hormonas pueden afectar una misma respuesta, lo cual indica que hay una aparente redundancia en el control de un mismo efecto. Cada respuesta ocurre en un tiempo determinado en el desarrollo de la planta y se presenta solamente en un tejido específico u órgano.

### 2.5.2. Condiciones para el enraizamiento.

Según Guizado (2015), los factores que tienen mayor influencia para lograr un adecuado enraizamiento en la propagación por estacas son: el manejo de la planta madre con el fin de obtener brotes juveniles, en buen estado nutricional, en la época y edad apropiada; la longitud y diámetro de las estacas, la presencia de hojas y yemas, tratamientos hormonales y las condiciones ambientales (iluminación, temperatura, humedad relativa, medio de enraíce) propicias que induzcan al enraizado. Además, la capacidad de la estaca ya enraizada, a prosperar después del trasplante para conseguir plantas de calidad.

### 2.5.3. Cuidados generales en el uso de los fitorreguladores.

Los fitorreguladores se utilizan para reponer el equilibrio hormonal para un desarrollo normal de la planta, asimismo para activar, retardar o modificar algún aspecto del desarrollo. Algunos aspectos específicos en el uso de los fitorreguladores son: los fitorreguladores actúan sobre diversos aspectos del desarrollo y no solo sobre el que se desea regular; cada especie tiene un equilibrio hormonal específico; no se puede asegurar que los efectos obtenidos en una planta tengan lugar en otra; los factores ambientales principalmente temperatura, y los factores propios de la planta, especialmente la edad, pueden causar la variación los efectos de los fitorreguladores, sobre todo aquellos de tipo auxínicos; se debe asegurar que los efectos sean realmente ventajosos para un aclareo de flores, otras puedan ser para inducir la floración.

## 2.6. DESARROLLO DE RAÍCES ADVENTICIAS.

Según Sepúlveda (2017), Las raíces adventicias se forman de manera natural pudiendo ser estas del tipo preformadas o provocadas por lesiones. Las raíces preformadas se desarrollan naturalmente en los tallos y ramas cuando todavía están adheridas a la planta madre, surgiendo sólo luego que se corta la porción de tallo o rama. Las de lesiones se forman sólo después de que se ha separado la estaca, como una respuesta al efecto de lesión al preparar la misma. Al preparar las estacas, las células vivas que están en la superficie cortada son lesionadas, quedando expuestas células muertas y zonas conductoras del xilema. En este proceso, muchas células externas mueren, para cicatrizar el tejido dañado, entonces, se forma una placa necrótica que sella la herida con un material suberoso (suberina) que obstruye el xilema con goma, protegiendo la superficie cortada de la desecación. Detrás de estas placas necróticas existen grupos de células que empiezan a dividirse pudiendo formar una capa de parénquima (callo), la cual consiste en una masa irregular de células en diversos estados de lignificación que se originan de células jóvenes en la región del cambium vascular, pero también de diversas células de corteza y de médula. Algunas especies producen inicialmente un callo o masa de tejido parenquimático en la base de las estacas una vez que han sido colocadas en condiciones para enraizamiento. Sin embargo, esta formación no es siempre esencial para la formación de raíces. Son procesos independientes pero que dependen de condiciones internas y ambientales muy parecidas.

### 2.6.1. Proceso de enraizamiento.

Según Cancha (2017), el proceso de enraizamiento es controlado por un balance entre promotores e inhibidores en conjunción con cofactores de enraizamiento y complejo enzimáticos. Se necesita dos procesos para que a partir de una estaca o esqueje se logre una nueva planta. Dichos procesos son rizogénesis y organogénesis. Para que ocurra la rizogénesis son necesarios los mecanismos de diferenciación y que crezcan nuevas raíces. la iniciación de raíces depende de una multiplicidad de factores fisiológicos, anatómicos, ambientales y genéticos. El enraizamiento consiste en una secuencia de eventos

fisiológicos e histológicos, los cuales pueden ser divididos en dos fases: a) formación de meristemo radial, lo que ocurre dentro de la estaca y b) crecimiento y elongación, fase durante la cual el ápice radial avanza hacia afuera de la corteza y finalmente emerge de la epidermis. La utilización de fitoreguladores en el enraizamiento de estacas es una práctica utilizada, se aplicación en especies de difícil enraizado hace viable la producción de plantas.

### 2.6.2. Formación de raíces adventicias.

Según Montes (2019), en varias especies de plantas se forman raíces adventicias de manera natural. Las raíces adventicias son de dos tipos: raíces preformadas y raíces de lesiones. Cuando se hace una estaca, las células vivientes que están en la superficie cortadas son lesionadas, quedando expuestas las células muertas y conductoras de xilema. El proceso subsiguiente de cicatrización y regeneración ocurre en tres pasos:

Primero: al morir las células lesionadas, se forman una placa necrótica que sella la herida con un material suberoso (suberina) y tapa de xilema con goma. Esta placa protege las superficies cortadas de la desecación.

Segundo: Después de unos cuantos días, las células que están detrás de esta placa empiezan a dividirse y se puede formar una capa de células de parénquima (callo).

Tercero: En ciertas células próximas al cambio vascular y al floema se empiezan a iniciar raíces adventicias.

Los cambios anatómicos que pueden observarse en el tallo durante la iniciación de las raíces pueden dividirse en cuatro etapas: esdiferenciación de células maduras específicas; formación de iniciales de raíz en ciertas células cercanas a los haces vasculares, las cuales se han vuelto meristemáticos por desdiferenciación; desarrollo subsecuente de estas iniciales de raíces en primordios de raíces organizados; desarrollo y emergencia de estos primordios radicales hacia afuera a través del tejido del tallo, más la formación de

conexiones vasculares entre los primordios radicales y los tejidos conductores de la propia estaca.

## 2.7. FITORREGULADORES HORMONALES.

Según Casas (2018), los fitorreguladores hormonales (fitohormonas) son producidos por las mismas plantas en bajas concentraciones, estos regulan los procesos fisiológicos de las mismas. Los fitorreguladores hormonales conocidos se pueden clasificar en auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno, y el ácido abscísico, existen otros grupos hormonales menos conocidos como lo son: las poliaminas y brasinoesteroides; y entre las fitohormonas dudosas se encuentran el florigén, las antesinas y el vernalin.

### 2.7.1. Auxinas.

Según Calzada (2021), el término auxina, proviene del griego “auxein” significa “crecer”, fue aislada desde maíz y hongos e identificada más tarde como ácido indol-3- acético. Son un grupo de hormonas vegetales naturales que regulan muchos aspectos del desarrollo y crecimiento de plantas. Debido a que las auxinas influencian tanto la división, como el crecimiento y diferenciación celular, están involucradas en muchos procesos del desarrollo, en algunos de ellos interactuando con otras fitohormonas. El efecto de la auxina en el desarrollo, es la regulación del crecimiento radicular el cual es definido desde el desarrollo embrionario.

### 2.7.2. Giberelinas.

Según Melgarejo (2019), En la década de los 90 se conocían 84 tipos de giberelinas; de estas 74 están presentes en las plantas superiores y 25 en el hongo Gibberella fujikuroi y 14 en ambos. La primera en descubrirse fue AG3, se llama Ácido giberelico y se diferencia de las otras porque varía en el número de grupos hidroxilo de los anillos A, C, D, desde cero hasta cuatro. Todas las giberelinas se derivan del esqueleto ent-giberelana; se mueven por la xilema y el floema. Las giberelinas pueden sustituir la necesidad de días largos para

que algunas especies florezcan o en algunas especies suplen la necesidad de tener un periodo inductivo de frío si están a punto de florecer o para hacerlo más pronto. Efectos en el desarrollo y crecimiento, son los siguientes: provocan el alargamiento o crecimiento en longitud; induce la floración prematura; induce la floración prematura; el tratamiento con AG3 supera el enanismo genético, fisiológico o patológico (causado por virus); en muchos casos inducen la ruptura del estado de dormancia de las yemas; modifican la extensibilidad de la pared celular y participan en la regulación del transporte del calcio.

### 2.7.3. Citoquininas.

Según García (2019), los efectos de las citoquininas, son de provocar la división celular y regular la diferenciación en los tejidos cortados; además, interactúan con las auxinas para mostrar expresiones diferentes del crecimiento, el modo en que cualquier cambio del equilibrio entre citoquininas y auxinas, puedan afectar las expresiones del crecimiento. Las citoquininas provocan también la elongación de segmentos de tallos etiolados. Estas respuestas se deben a la expansión celular, además tienen una acción de dominancia apical, opuesta a la de las auxinas. Las plantas tratadas, desarrollan los brotes laterales llegando a quedar anclada la inhibición producida por el brote central; también la germinación de las semillas, eliminando los mecanismos de latencia.

### 2.7.4. Etileno.

Según Bonilla (2019), etileno es la única fitohormona gaseosa, simple y pequeña, presenta en angiospermas y gimnosperna aunque también en bacterias y hongos además de musgos, hepáticas, helechos y otros organismos. Siendo un gas puede moverse rápidamente por los tejidos, no tanto por transporte sino por difusión. Su efecto además se inicia con cantidades mínimas, las cuales ya provocan respuestas. Etileno regula la expansión celular en hojas y la expansión lateral en plántulas en germinación con inhibición de la elongación del epicotilo y radícula, causando también un incremento de la curvatura a nivel

de la porción cotiledonar, lo que en conjunto se conoce como el efecto de la “triple respuesta”.

## 2.8. ÁCIDO NAFTALENACÉTICO (ANA).

Según Chacón (2018), el término fitohormona comprende todo producto de origen natural, endógeno en las plantas, mientras que un fitorregulador podría ser tanto una sustancia natural como sintética, aunque ambas desempeñan funciones similares. Algunos de estos fitorreguladores, en concentraciones altas podrían ser letales para la planta y entonces pasan a la categoría de herbicidas. Siendo una síntesis de las auxinas, el ácido naftalenacético aplicaciones exógenas inducen la floración, floración sincronizada y fructificación uniforme. Proviene la brotación de las yemas.

## 2.9. ÁCIDO INDOLBUTIRICO (AIB).

Según Lizana (2019), el ácido indol butírico estimula el crecimiento en plantas además se distingue entre las diferentes presentaciones de auxinas ya sean estas naturales o sintéticas. Se sabe que el IAA es la forma predominante, pero tiene la desventaja de degradarse con la luz, de modo que urge utilizar hormonas más estables, entonces es ahí en que el AIB resulta ser la que reúne esta propiedad de estabilidad y se le adiciona a ello, el ser de 2 – 5 veces más potente que el IAA. El Ácido indol-3-butírico, es un compuesto químico, regulador del crecimiento tipo de auxina, de amplio espectro, cuyos principales usos han sido la multiplicación asexual de plantas, sea por estacas, esquejes, etc. Además, es la más utilizado para este tipo de ensayos, por su estabilidad y poca movilidad. Su aplicación promueve la diferenciación de tejido radicular.

## 2.10. MÉTODOS DE APLICACIÓN DE HORMONA.

Existe varios métodos o formas de aplicación, pero los más utilizados son la inmersión rápida, inmersión lenta, solución diluida, mezcla en polvo y la aplicación con microjeringas.

### 2.10.1. Solución diluida.

Consiste en introducir la base de la estaca en soluciones acuosas diluidas de la auxina durante varias horas (2 – 24) para lo luego colocarlos en el medio de propagación. Permite tratar varias estacas a la vez; sin embargo, es poco utilizada por ser lenta y menos efectiva a comparación de las demás.

### 2.10.2. Mezcla en polvo.

Este método se requiere hacer una mezcla de la auxina pura con talco neutro o arcilla, en la concentración que se requiera. La aplicación es muy fácil, solo basta en introducir la base humedecida de la estaca, para colocarla en el propagador. La desventaja de este método es que no se puede realizar una aplicación uniforme de hormona, además de ser imposible calcular la cantidad exacta de auxina que en cada estaca ingresa, lo que limita su uso en trabajos de investigación.

### 2.10.3. Aplicación con microjeringa.

Consiste en aplicar una cantidad constante y conocida de hormona, en cada estaca mediante el uso de microjeringas. Con este método se controla con exactitud la cantidad de hormona por estaca. Sin embargo, es un método muy lento y no se utiliza para fines comerciales. Cuando se logra la concentración óptima, se opta reemplazar con los otros métodos. (More, 2018).

### 2.10.4. Inmersión lenta.

Se sumerge la parte basal de los esquejes entre 1 a 3 cm en un periodo entre 6, 8, 16, 24 hasta 48 horas en una solución acuosa en concentración de 200 hasta 2000 ppm, que se obtiene por dilución con agua del producto comercial según la riqueza del mismo. Durante el tratamiento los esquejes deben permanecer en condiciones de temperatura de 18 a 22º C con una humedad relativa alta y sin recibir luz directa. Generalmente los tratamientos se realizan en recipientes de vidrio y plástico. Una vez utilizada la solución no se

debe volver a utilizar debido a que se puede transmitir enfermedades tales con virus, hongo o bacterias de esquejes enfermos a sanos.

### 2.10.5. Inmersión rápida.

La base de los esquejes se introduce durante 5 segundos en un volumen suficiente según el número de esquejes que se va a tratar ese día en una solución de alta concentración de 4 a 20 g/l. la solución utilizada será directamente la comercial o una dilución de la misma para obtener la concentración adecuada. No se recomienda guardar la solución sobrante de los tratamientos. (Quimbiamba, 2019).

# III. MATERIALES Y MÉTODO.

## 3.1. UBICACIÓN Y DURACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACION.

El experimento se llevó a cabo en el laboratorio de hidroponía de la Universidad Nacional de Ucayali, región Ucayali, provincia de Coronel Portillo, distrito de Callería, durante cuatro meses de febrero a junio del 2022. Ubicado en la carretera Federico Basadre Km 6.200. Geográficamente el área está situada a 08º23`39.6`` de latitud sur y 74º34`39.8`` de longitud oeste a 114 msnm.

## 3.2. CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS.

La región Ucayali se encuentra ubicada en el bosque tropical siempre verde estacional, a 74º34`35`` de longitud Oeste y 8º22`31`` de latitud Sur. De acuerdo a la capacidad de uso mayor de las tierras, la región de Ucayali se caracteriza por tener una mayor vocación forestal, pues el 72.6% de su territorio es apto para la producción forestal, y solo el 15% es apto para fines agropecuarios. Las condiciones climáticas de la región Ucayali se caracteriza por ser cálido y lluvioso, la temperatura media anual es de 26.44 ºC, la humedad relativa: 84.24% y la precipitación pluvial anual promedio de 2344 mm. (Acosta 2018)**.**

## 3.3. MATERIALES, INSUMOS Y HERRAMIENTAS.

### 3.3.1. Material vegetativo.

Las estaquillas empleadas para el presente trabajo, fueron obtenidas de una plantación de 8 años de edad, ubicado en terrenos de la empresa J y M Ucayali, km 50 de la carretera Federico Basadre en la cuidad de Campo Verde.

### 3.3.2. Insumos.

Ácido naftalenacético (ANA), 0.2 g/l, Acido indol butírico (AIB), 0.2 g/l y 1000 ml de alcohol metílico al 96%.

#### 3.3.2.1. Preparación de la solución de ácido indol butírico (AIB).

Dentro de un vaso precipitado se vertió 0.2 g de ácido indolbutírico (AIB), previa disolución en 200 ml de alcohol metílico al 96%, más agua destilada, hasta completar un litro.

#### 3.3.2.2. Preparación de la solución de ácido naftalenacetico (ANA).

Dentro de un vaso precipitado se vertío 0.2 g de ácido naftalenacetico (ANA), previa disolución en 200 ml de alcohol metílico al 96%, más agua destilada, hasta completar un litro.

### 3.3.3. Herramientas.

#### 3.3.3.1. Materiales.

Los materiales empleados fueron: maderas, clavos, arena, mica No. 6, piedras, grava, tijera de podar.

#### 3.3.3.2. Equipos.

Los equipos utilizados fueron: cámara fotográfica, wincha, calculadora, nivel, pulverizador, machete y cooler.

## 3.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

La metodología utilizada fue la siguiente:

### 3.4.1. Tipo de investigación.

El trabajo de tesis fue de tipo experimental y se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con 9 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento. Los promedios de las variables de respuestas fueron analizadas mediante la prueba de Tukey a un nivel de significación de 0.05. Cada unidad experimental estuvo conformada por 20 estaquillas de mandarina Tango de 10 cm de longitud.

### 3.4.2. Análisis estadístico.

El modelo estadístico del diseño experimental es el siguiente:

$$Yij = U + Ti + Eij$$

**Dónde:**

Yij = Variable respuesta

U = Media general

Ti = Efecto del i – esimo tratamiento

Eij = Efecto del error experimental

**Cuadro 2. Esquema de análisis de varianza (ANVA).**

| FV | GL |
|---|---|
| **Tratamiento** | 8 |
| **Error** | 15 |
| **Total** | 23 |

### 3.4.3. Tratamiento en estudio.

Los tratamientos en estudio fueron el tiempo de inmersión del Ácido Naftalenácetico (ANA) y el Ácido Indolbutírico (AIB), que fueron los siguientes:

- $T_1$: Estaquilla de testigo (sin fitohormonas y sin tiempo de inmersión).

- $T_2$: AIB 200 ppm sumergidas en 1 minuto.
- $T_3$: AIB 200 ppm sumergidas en 3 minutos.
- $T_4$: AIB 200 ppm sumergidas en 6 minutos.
- $T_5$: AIB 200 ppm sumergidas en 9 minutos.
- $T_6$: ANA 200 ppm sumergidas en 1 minuto.
- $T_7$: ANA 200 ppm sumergidas en 3 minutos.
- $T_8$: ANA 200 ppm sumergidas en 6 minutos.
- $T_9$: ANA 200 ppm sumergidas en 9 minutos.

## 3.5. VARIABLES EVALUADAS.

### 3.5.1. Variables independientes.

Las variables independientes en estudio son: el tiempo de inmersión de Ácido Naftalenacético (ANA) y el tiempo de inmersión de Ácido Indol butírico (AIB).

### 3.5.2. Variables dependientes.

las variables dependientes en estudio son: porcentaje de estaquillas con callos**;** porcentaje de estaquillas enraizadas**;** número de raíces por estaquilla**;** longitud de raíces; porcentaje de estaquillas con brotación**;** número de brotes aéreos por estaquillas**;** porcentaje de mortandad.

## 3.6. OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES.

La operacionalización se describe a continuación:

### 3.6.1. Porcentaje de estacas callos.

Se determinó el porcentaje de estaquillas con callos con una regla de tres simples, por tratamientos y unidad experimental al finalizar el experimento a los 90 días de efectuado el tratamiento.

### 3.6.2. Porcentaje de estaquillas enraizadas.

Se determinó el porcentaje de estaquillas enraizadas con brotes con una regla de tres simples, por tratamiento y unidad experimental al finalizar el experimento a los 90 días de efectuado el tratamiento.

### 3.6.3. Número de raíces por estaquilla.

Se determino el número de raíces presentes en cada estaquilla para luego realizar un cálculo de promedio entre 5 estaquillas de cada unidad experimental. Consistiendo en medir desde la base de las estaquillas hasta el extremo apical de la raíz.

### 3.6.4. Longitud de las raíces.

La longitud de las raíces en las estacas se realizó con la ayuda de una regla de 30 cm, luego se anotaron esos datos en una libreta de apuntes para sacar el promedio de longitud de las raíces por tratamiento y unidad experimental al finalizar el experimento a los 90 días de haber aplicado.

### 3.6.5. Porcentaje de estaquillas con brotación.

Se determinó el porcentaje de estacas con brotes con una regla de tres simple por tratamiento y unidad experimental al finalizar el experimento a los 90 días de haber aplicado.

### 3.6.6. Número de brotes aéreos por estaquillas.

Se determinó contando los números de brotes de cada 5 estaquillas, con una regla de tres simples por tratamiento y unidad experimental al finalizar el experimento a los 90 días de haber aplicado.

### 3.6.7. Porcentaje de mortandad.

Se determino el porcentaje de mortandad por tratamiento y unidad experimental al finalizar el experimento a los 90 días.

## 3.7. EJECUCION DEL PROYECTO.

### 3.7.1. Obtención de las estaquillas.

El material vegetal que se utilizó para el enraizamiento, provino de árboles que se encuentran en la plantación establecida en el Fundo Salvación del distrito de Campo Verde, Km. 50 de la carretera Federico Basadre, Región Ucayali. La obtención se efectúo en horas de la mañana (6 – 10 a.m.) siguiendo las recomendaciones por el asesor. Obteniéndose 540 estaquillas con hoja de la especie.

### 3.7.2. Manejo del material recolectado.

De las estaquillas obtenidas se eligieron la parte final, efectuándose cortes bisel de la siguiente manera: En la parte proximal o basal a 1 cm. debajo de una yema y en la parte distal 2 cm. por encima de la yema. Se utilizaron 540 estacas de aproximadamente 10 cm de longitud, las que fueron distribuidas en 9 tratamiento con 3 repeticiones independientemente.

Luego de efectuado la preparación de las estacas fueron desinfectadas en una solución con fungicida Benlate (1.5 mg/L de agua), donde fueron bañados.

### 3.7.3. Preparación de cámara de subirrigación.

La preparación de la cámara de subirrigación de las estacas se realizó desinfectándola con lejía en el ambiente donde se preparó la cámara, posteriormente se desinfectando todo el sustrato. La cámara de sub irrigación fue construida de madera y forrada con plástico en el interior.

### 3.7.4. Aplicación de los tratamientos.

Se cosecho 25 estaquillas por planta, se usaron estaquilla de 20 plantas promisorias; haciendo un total de 540 estaquillas, siendo 240 estaquillas sumergidas en ácido indolbutírico en cada tratamiento se usaron 20 estaquillas con un tiempo de inmersión en cada tratamiento de 1, 3, 6 y 9 minutos. Las 240 estaquillas sumergidas en ácido naftalenacetico, en cada tratamiento se usó 20 estaquillas con un tiempo de inmersión de cada tratamiento de 1, 3, 6 y 9 minutos. Se No se sumergieron 20 estaquillas por ser el $T^0$.

### 3.7.5. Siembra de las estacas.

Las estacas fueron sembradas en la cámara de sub irrigación en el módulo de hidroponía de la Universidad Nacional de Ucayali de forma manual a un distanciamiento de 5 cm entre estaquillas, 10 cm entre fila y 5 cm entre unidad experimental.

### 3.7.6. Riego de las estaquillas.

Las estacas una vez establecidas en cámaras de sub irrigación donde fueron regados a las horas 7:00 am y 17:00 pm con el fin de mantener humedecido las camas y evitando así la deshidratación. Las cámaras de sub irrigación bien abastecidas con agua no se riegan muy a menudo.

### 3.7.7. Evaluaciones realizadas.

Las evaluaciones se realizaron luego de 3 meses para determinar el estado en la que se encontraban las estaquillas de acuerdo a cada tratamiento. Así mismo, se determinó por observación el tejido callos, raíces, brotes y mortandad, de acuerdo a los tratamientos estudiados.

# IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

## 4.1. PORCENTAJE DE ESTAQUILLAS ENRAIZADAS.

Los datos concernientes al análisis de varianza del porcentaje de estaquillas enraizadas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación, se observan en el Cuadro 10A, donde se presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 1.79%, lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2$ = 0.9958, esto nos indica que el 99.58% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 0.42% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el presente estudio.

**Cuadro 3.** Porcentaje de estaquillas enraizadas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación.

| Tratamiento | Estaquillas enraizadas en (%) | Significancia |
|---|---|---|
| $T_5$ (AIB 200 ppm sumergidas en 9 minutos). | 89.00 | a |
| $T_9$ (ANA 200 ppm sumergidas en 9 minutos). | 78.00 | b |
| $T_4$ (AIB 200 ppm sumergidas en 6 minutos). | 76.00 | b |
| $T_3$ (AIB 200 ppm sumergidas en 3 minutos). | 60.00 | c |
| $T_8$ (ANA 200 ppm sumergidas en 6 minutos). | 50.34 | d |
| T2 (AIB 200 ppm sumergidas en 1 minutos). | 45.16 | e |
| $T_7$ (ANA 200 ppm sumergidas en 3 minutos). | 32.68 | f |
| $T_1$ (Sin hormonas y sin tiempo de inmersión). | 30.00 | f |
| $T_6$ (ANA 200 ppm sumergidas en 1 minuto) | 20.10 | g |

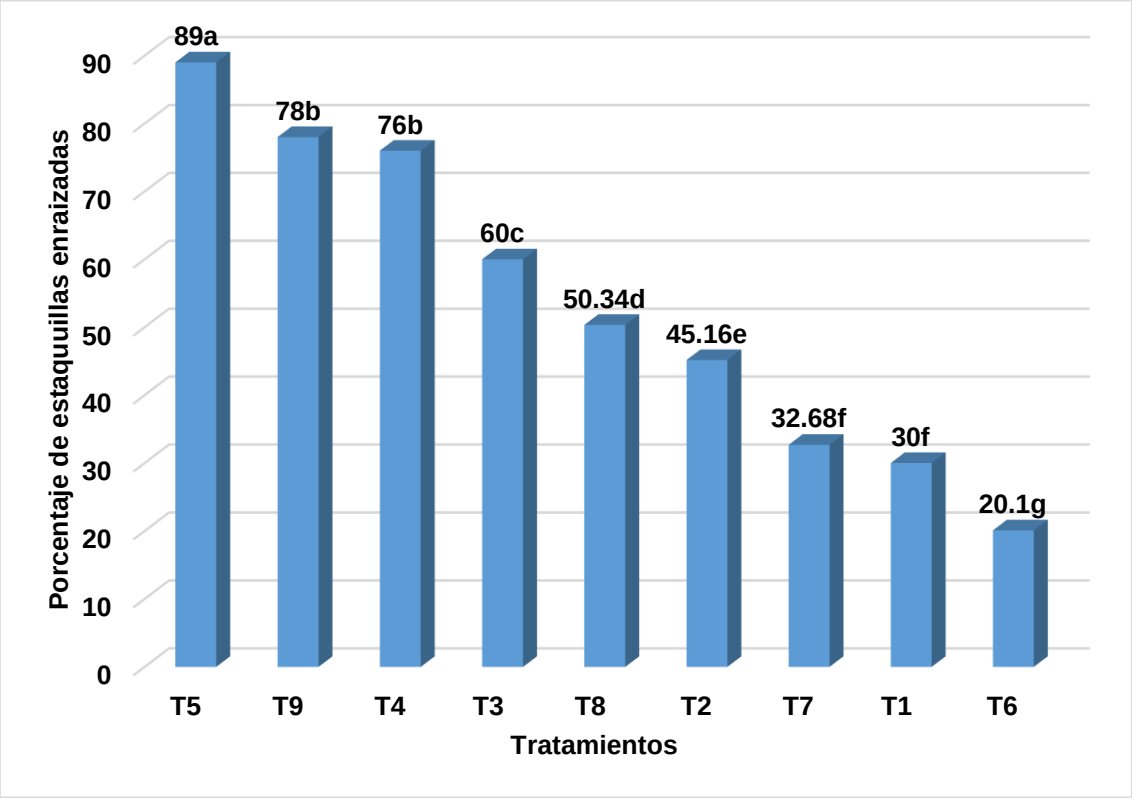



**Figura 1**. Variación del porcentaje de estaquillas enraizadas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación, según tratamientos.

En cuanto al porcentaje de estaquillas enraizadas de mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación, se pudo determinar que $T^5$ (AIB 200 ppm sumergidas en 9 minutos), presento un 89% estaquillas enraizadas, seguido del $T^9$ (ANA 200 ppm sumergidas en 9 minutos), quien presento un promedio de 78% de estaquillas enraizadas, seguido del $T^4$ (AIB 200 ppm sumergidas en 6 minutos), con 76% de enraizamiento, el $T^3$ (AIB 200 ppm sumergidas en 3 minutos), presento un promedio de 60%, el $T^8$ (ANA 200 ppm sumergidas en 6 minutos), presento un promedio de 50.34% de estaquillas enraizadas, los tratamientos $T^2$ (AIB 200 ppm sumergidas en 1 minutos), $T^7$ (ANA 200 ppm sumergidas en 3 minutos), $T^1$ (Sin hormonas y sin tiempo de inmersión) y $T^6$ (ANA 200 ppm sumergidas en 1 minuto), presentaron el menor promedios con 45.16%, 32.68%, 30% y 20.1% de enraizamiento de estaquillas de mandarina durante todo el periodo de evaluación. En las estaquillas provenientes del ambiente protegido, la aplicación del AIB fue eficiente, pues estaquillas no tratadas presentaron el 73% de enraizamiento, porcentual que aumentó lineal y proporcionalmente con las concentraciones de la auxina, culminando con 96%

de enraizamiento a 3.000 mg $L^{-1}$. En limón (C. limon L.), el 73% de las estaquillas enraizaron al someterse a la concentración del 2.500 mg $L^{-1}$ con el ácido indolacético (AIA) (Sarmiento & Souza, 2016). El enraizamiento de estacas del portainjerto G*N 15 Garnem se maximiza aplicando 2500 ppm de AIB en ramos extraídos de la parte apical de un brote (ramos juveniles). Ambos factores interactúan o combinan sus efectos para obtener 78.4 % de enraizamiento y 10 raíces por estaca. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula de que todas las dosis de inmersión tienen el mismo efecto (Magne, 2016).

## 4.2. PORCENTAJE DE ESTAQUILLAS CON CALLOS.

Los datos concernientes al análisis de varianza porcentaje de estaquillas enraizadas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación, se observan en el Cuadro 11A, donde se presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 1.86%, lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2$ = 0.9975, esto nos indica que el 99.75% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 0.25% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el presente estudio.

En cuanto al porcentaje de estaquillas con presencia de callos en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación, se pudo observar la presencia de estaquillas con callos y estacas con callos y raíces donde el $T^5$ (AIB 200 ppm sumergidas en 9 minutos) y el $T^9$ (ANA 200 ppm sumergidas en 9 minutos), presentaron el mayor porcentaje de estaquillas con callos con promedios de 89% y 78%, seguido del $T^4$ (AIB 200 ppm sumergidas en 6 minutos), $T^3$ (AIB 200 ppm sumergidas en 3 minutos), $T^2$ (AIB 200 ppm sumergidas en 1 minutos) y el $T^1$ (Sin hormona y sin tiempo de inmersión), quienes presentaron promedios de 76%, 59.23%, 44.92% y 30% de estaquillas con callos en la última evaluación, los tratamientos que presentaron el menor número de estaquillas con callos fueron los tratamientos $T^8$ (ANA 200 ppm sumergidas en 6 minutos), $T^7$ (ANA 200 ppm sumergidas en 3 minutos) y $T^6$

(ANA 200 ppm sumergidas en 1 minuto), quienes presentaron promedios de 12.55%, 10.03% y 7.55% de estaquillas con callos. A los 30 días de establecidas las estacas, no hubo presencia de callo por lo tanto no se pudo analizar estadísticamente. Sin embargo, tratamientos como el testigo (T0) presentó un porcentaje de sobrevivencia de las estacas del 5.70% y enraizamiento de un 2.85%, de igual forma el tratamiento con 4000 ppm (T4) reporta los mismos resultados, en el resto de dosis de AIB, las estacas murieron en las primeras dos semanas, probablemente hubo toxicidad, por las dosis de AIB demasiado elevadas (Chávez 2019).

**Cuadro 4.** Porcentaje de estaquillas con presencia de callos en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación.

| Tratamiento | Estaquillas con callos en (%) | Significancia |
|---|---|---|
| $T^5$ (AIB 200 ppm sumergidas en 9 minutos). | 89.000 | a |
| $T^9$ (ANA 200 ppm sumergidas en 9 minutos). | 78.00 | b |
| $T^4$ (AIB 200 ppm sumergidas en 6 minutos). | 76.00 | b |
| $T^3$ (AIB 200 ppm sumergidas en 3 minutos). | 59.23 | c |
| $T^2$ (AIB 200 ppm sumergidas en 1 minutos). | 44.92 | d |
| $T^1$ (Sin hormona y sin tiempo de inmersión). | 30.00 | e |
| $T^8$ (ANA 200 ppm sumergidas en 6 minutos). | 12.55 | f |
| $T^7$ (ANA 200 ppm sumergidas en 3 minutos). | 10.030 | f |
| $T^6$ (ANA 200 ppm sumergidas en 1 minuto). | 7.55 | f |

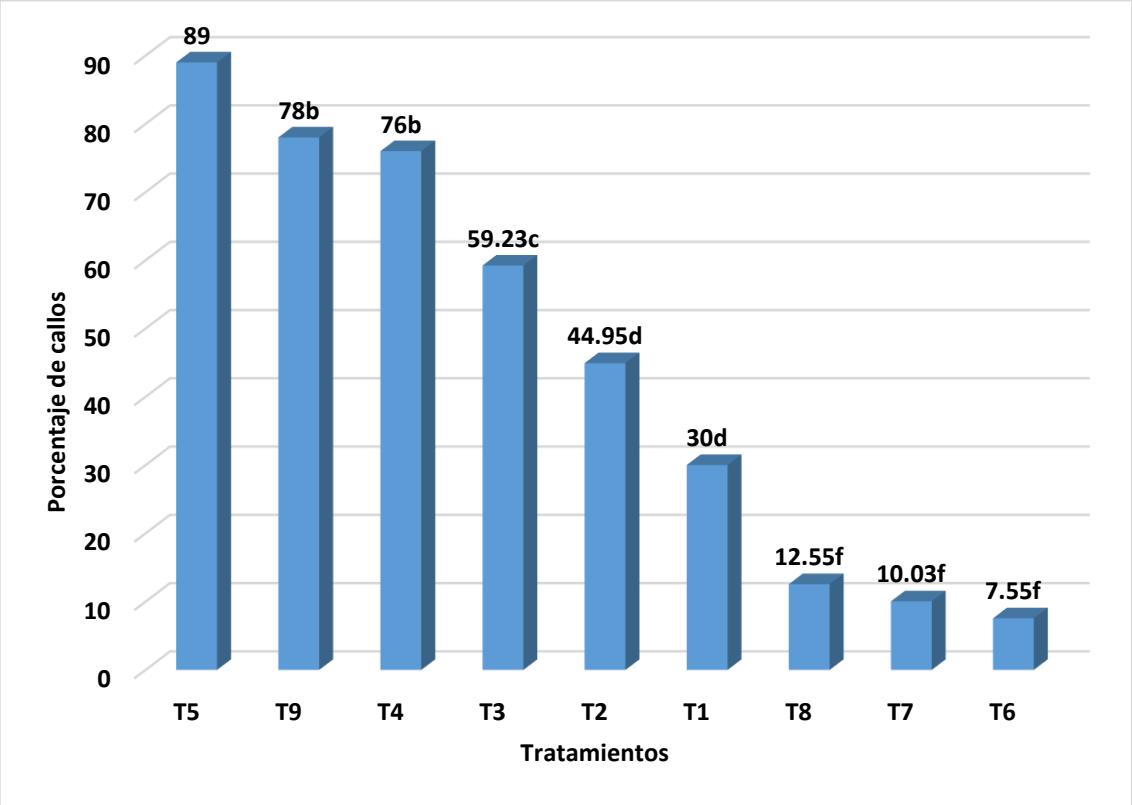



**Figura 2.** Variación del porcentaje de callos de estaquillas de mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación, según tratamientos.

## 4.3. NÚMERO DE RAÍCES POR ESTAQUILLA.

Los datos concernientes al análisis de varianza porcentaje del número promedio de raíces por estaquillas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación, se observan en el Cuadro 12A, donde se presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 2.47%, lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2$ = 0.9840, esto nos indica que el 98.40% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 1.6% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el presente estudio.

**Cuadro 5.** Número promedio de raíces por estaquillas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación.

| Tratamiento | Promedio de raíces/ estaquilla | Significancia |
|---|---|---|
| $T^9$ (ANA 200 ppm sumergidas en 9 minutos). | 4.00 | a |
| $T^5$ (AIB 200 ppm sumergidas en 9 minutos). | 3.80 | a |
| $T^4$ (AIB 200 ppm sumergidas en 6 minutos). | 2.00 | b |
| $T^1$ (Sin hormona y sin tiempo de inmersión). | 1.50 | b |
| $T^8$ (ANA 200 ppm sumergidas en 6 minutos). | 00.00 | c |
| $T^7$ (ANA 200 ppm sumergidas en 3 minutos). | 00.00 | c |
| $T^6$ (ANA 200 ppm sumergidas en 1 minutos). | 00.00 | c |
| $T^3$ (AIB 200 ppm sumergidas en 3 minutos). | 00.00 | c |
| $T^2$ (ANA 200 ppm sumergidas en 1 minuto). | 00.00 | c |

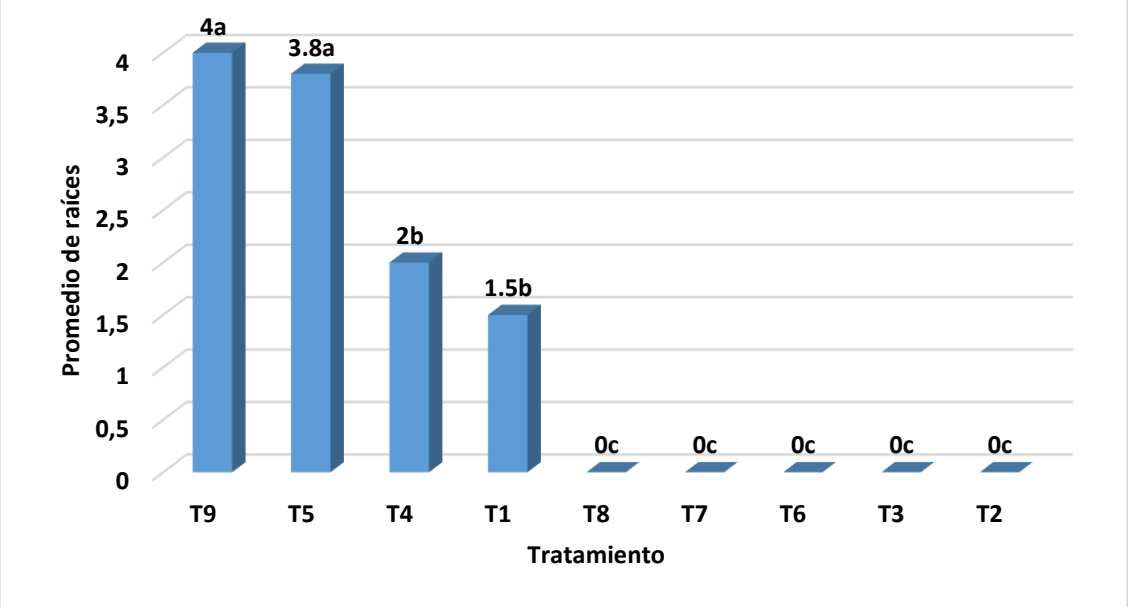



**Figura 3.** Variación del promedio de raíces de estaquillas de mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación, según tratamientos.

En relación al número promedio de raíces por estaquillas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación, se pudo determinar que el $T^9$ (ANA 200 ppm sumergidas en 9 minutos) y el $T^5$ (AIB 200 ppm sumergidas en 9 minutos), presentaron el mayor promedio de estaquillas con un promedio de 4 y 3.8 raíces por estaquilla, seguido del $T^4$ (AIB 200 ppm sumergidas en 6 minutos) y el $T^1$ (Sin hormona y sin tiempo de inmersión), quienes presentaron promedios de 2 y 1.5 raíces por estaquillas, los tratamientos $T^8$ (ANA 200 ppm sumergidas en 6 minutos), $T^7$ (ANA 200 ppm sumergidas en 3 minutos), $T^6$ (ANA 200 ppm sumergidas en 1 minutos), $T^3$ (AIB 200 ppm sumergidas en 3 minutos) y $T^2$ (ANA 200 ppm sumergidas en 1 minuto), no presentaron presencia de raíces en las estaquillas durante la evaluación final de la investigación. Para maximizar la rizogénesis en estacas del portainjerto G*N 15 Garnem ®, los viveristas deberán utilizar ramos juveniles procedentes de la parte apical de un brote, 2500 ppm de AIB y 10 cc/$m^2$ del insumo agrícola Kelpak (Magne, 2016). Se logró el mayor enraizamiento de raíces en 12 días en esquejes de Citrus aurantifolia (limón regional) con el $T_5$ (16 % de hormona natural de manzana / L agua) utilizando esquejes de la parte basal, media y apical de 15 a 20 cm de largo x 0.8 a 1 cm de diámetro. La mayor cantidad de raíces (26 raíces) en esquejes de Citrus aurantifolia (limón regional) con el $T_5$ (16 % de hormona natural de manzana / L agua), el mayor tamaño de raíces emergidas (35.67 cm) con el $T_5$ (16 % de hormona natural de manzana / L agua) en relación con los demás tratamientos (Santos Paredes, 2022). El número de raíces (N° raíz/estaca) en estacas juveniles de C. paupera obtenidas como respuesta al sustrato cascarilla de arroz carbonizada, fibra de palma, TS1 y cuatro concentraciones de AIB alcanzo 15 raíces/estaca, fibra de palma sin ácido obtuvo el menor número de 0 raíces/estaca y en TS1 sin acido solamente alcanzo 13 raíces/estaca; en cascarilla de arroz carbonizada con 6000 ppm de AIB 13 raíces/estaca y en fibra de palma con 6000 ppm, TS1 con 6000 obtuvieron 19 raíces/estaca; en cascarilla de arroz carbonizada con 8000 ppm se obtuvo 12 raíces/estaca, en fibra de palma con 8000ppm y TS1 con 8000ppm obtuvieron 8 y 9 raíces/ estaca respectivamente (Manihuari, 2022). El mayor número promedio de raíces que emitieron las estacas en base al total de unidades experimentales por tratamiento y repetición fue en el sustrato compost, que de 130 estacas enraizadas lograron emitir un promedio de 4.41 raíces por estaca; y

el menor número de raíces que emitieron las estacas fue en el sustrato arena de río que tan solo emitieron de 100 estacas enraizadas un promedio de 2.16 raíces por estacan (Huamán, 2020).

### 4.4. Longitud de raíces.

Los datos concernientes al análisis de varianza porcentaje de la longitud de raíces por estaquillas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación, se observan en 13A, donde se presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 1.79%, lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2$ = 0.9938, esto nos indica que el 99.38% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 0.62% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el presente estudio.

Al realizar el análisis de la longitud promedio de raíces por estaquillas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación, se determinó que el $T^9$ (ANA 200 ppm sumergidas en 9 minutos) y el $T^5$ (AIB 200 ppm sumergidas en 9 minutos), presentaron los mayores promedios con 7.80 y 7.50 centímetros de raíz por estaquillas en promedio, seguido del $T^4$ (AIB 200 ppm sumergidas en 6 minutos) y el $T^8$ (ANA 200 ppm sumergidas en 6 minutos), quienes presentaron promedios de 4.50 y 3 centímetros de raíces por estaca, los tratamientos $T^8$ (ANA 200 ppm sumergidas en 6 minutos), $T^7$ (ANA 200 ppm sumergidas en 3 minutos), $T^6$ (ANA 200 ppm sumergidas en 1 minutos), $T^3$ (AIB 200 ppm sumergidas en 3 minutos) y $T^2$ (ANA 200 ppm sumergidas en 1 minuto), no presentaron presencia de raíces durante las evaluaciones pertinentes. El tamaño de raíces se maximiza combinando ramos juveniles con Kelpak, ambos factores interactúan para obtener 4.25 cm de tamaño de raíz (Magne, 2016). El AIB influenció positivamente en el enraizamiento de las estaquillas de *Eucalyptus grandis* x *urophylla*, presentado incrementos provechosos en las variables de enraizamiento y desarrollo radicular, la dosis de 1500 ppm y el preparado comercial (PC) se obtuvo valores superiores de porcentaje enraizamiento y

porcentaje de callosidad, y menores valores de porcentaje de mortandad en el proceso rizogénico de estaquillas de *Eucalyptus grandis* x *urophylla*; siendo el PC el más eficiente para estas características (Casas, 2022). El mayor promedio de longitud raíces que emitieron las estacas en base al total de unidades experimentales por tratamiento y repetición, fue en el sustrato compost que, de 130 estacas enraizadas, lograron emitir una longitud promedio de 15.98 cm por cada estaca; y la menor longitud promedio de raíces que emitieron las estacas fue en el sustrato suelo forestal que tan solo emitieron de 113 estacas enraizadas logrando emitir un promedio de 11.77 cm por estaca (Huamán, 2020).

**Cuadro 6.** Longitud promedio de raíces por estaquillas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación.

| Tratamiento | Longitud de raíces en (cm) | Significancia |
|---|---|---|
| $T^9$ (ANA 200 ppm sumergidas en 9 minutos). | 7.80 | a |
| $T^5$ (AIB 200 ppm sumergidas en 9 minutos). | 7.50 | a |
| $T^4$ (AIB 200 ppm sumergidas en 6 minutos). | 4.50 | b |
| $T^1$ (Sin hormona y sin tiempo de inmersión). | 3.00 | c |
| $T^8$ (ANA 200 ppm sumergidas en 6 minutos). | 00.00 | d |
| $T^7$ (ANA 200 ppm sumergidas en 3 minutos). | 00.00 | d |
| $T^6$ (ANA 200 ppm sumergidas en 1 minutos). | 00.00 | d |
| $T^3$ (AIB 200 ppm sumergidas en 3 minutos). | 00.00 | d |
| $T^2$ (ANA 200 ppm sumergidas en 1 minuto) | 00.00 | d |

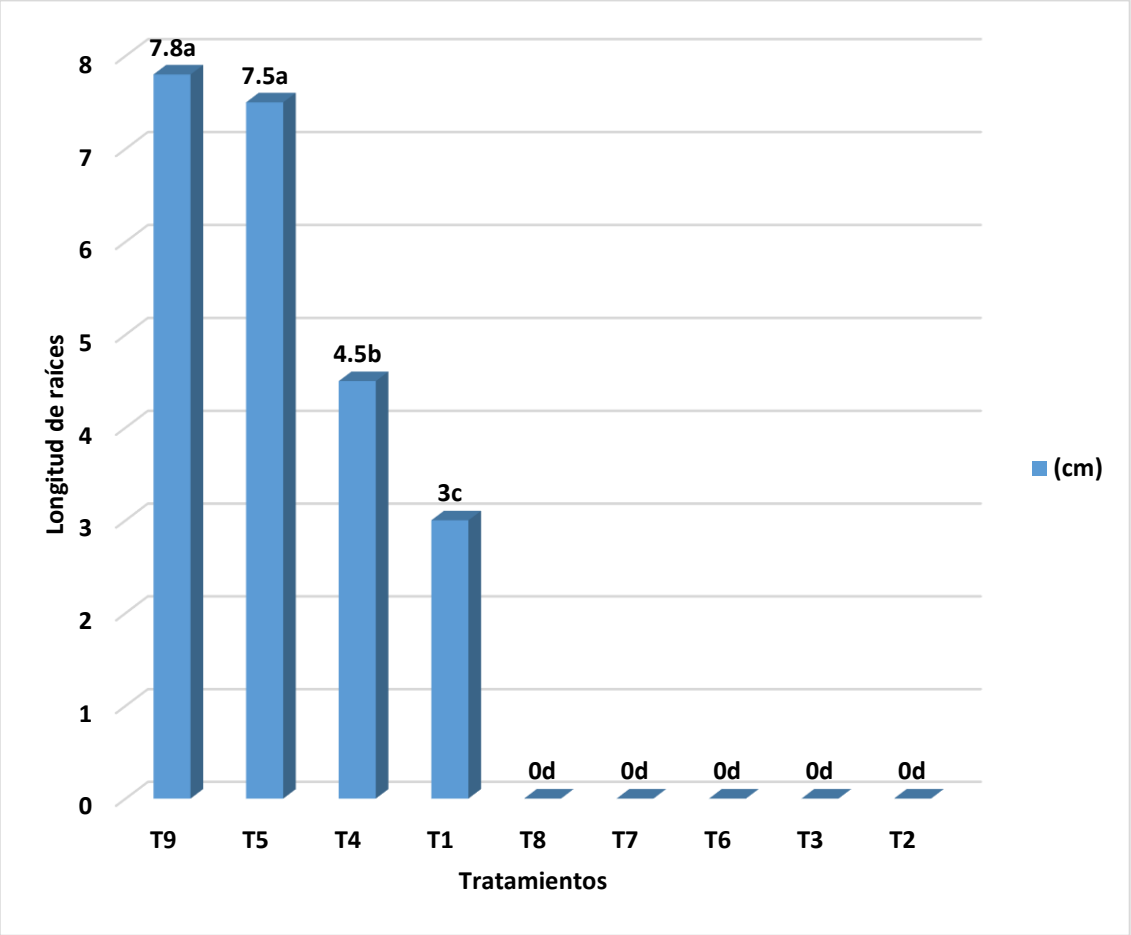



**Figura 4:** Variación de longitud de raíces de estaquillas de mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación, según tratamientos.

## 4.5. Porcentaje de estaquillas con brotación.

Los datos concernientes al análisis de varianza del porcentaje de estaquillas con brotes de mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación, se observan en el cuadro 14A, donde se presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 4.75%, lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2$ = 0.9892, esto nos indica que el 98.92% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 1.08% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el presente estudio.

**Cuadro 7.** Porcentaje de estaquillas con brotes de mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación.

| Tratamiento | Estaquillas con brotes en (%). | Significancia |
|---|---|---|
| $T^5$ (AIB 200 ppm sumergidas en 1 minutos). | 17.96 | a |
| $T^9$ (ANA 200 ppm sumergidas en 9 minutos). | 15.53 | b |
| $T^1$ (Sin hormona y sin tiempo de inmersión). | 12.50 | c |
| $T^4$ (AIB 200 ppm sumergidas en 6 minutos). | 9.18 | d |
| $T^8$ (ANA 200 ppm sumergidas en 6 minutos). | 7.89 | d e |
| $T^3$ (AIB 200 ppm sumergidas en 3 minutos). | 6.78 | e |
| $T^7$ (ANA 200 ppm sumergidas en 1 minutos). | 4.80 | f |
| $T^2$ (AIB 200 ppm sumergidas en 3 minutos). | 2.54 | g |
| $T^6$ (ANA 200 ppm sumergidas en 1 minuto) | 0.00 | h |

En relación al porcentaje de estaquillas con brotes de mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación, se pudo determinar que el $T^5$ (AIB 200 ppm sumergidas en 1 minutos) y el $T^9$ (ANA 200 ppm sumergidas en 9 minutos), presentaron un promedio de 17.96% y 15.53% de estaquillas con brotes, seguido del $T^1$ (Sin hormona y sin tiempo de inmersión) y el $T^4$ (AIB 200 ppm sumergidas en 6 minutos), quienes presentaron un promedio de 12.50% y 9.18% estaquillas con brotes, los tratamientos que presentaron los menores promedios son el $T^8$ (ANA 200 ppm sumergidas en 6 minutos), $T^3$ (AIB 200 ppm sumergidas en 3 minutos), $T^7$ (ANA 200 ppm sumergidas en 1 minutos), el $T^2$ (AIB 200 ppm sumergidas en 3 minutos), con promedios de 7.89%, 6.78%, 4.80% y 2.54% de estaquillas con brotes, el único tratamiento que no presento presencia de brotes fue el $T^6$ (ANA 200 ppm sumergidas en 1 minuto). El Promedio de longitud de brotes (mm) de las estacas vivas en cascarilla de arroz carbonizado, alcanzó un promedio de 5.18 mm/estaca; fibra de palma sin ácido solamente un promedio de 1.41 mm/estaca y TS1 sin acido alcanzó 3.43

mm/estaca; cascarilla de arroz carbonizada con 6000 ppm, 3.54 mm/estaca, en fibra de palma siendo el mayor promedio con 5.33 mm/estaca y Ts1 con 6000 ppm con 3.31 mm/ estaca; con 8000 ppm se tuvo 5.07 mm/estaca en cascarilla de arroz carbonizada, 4.48 mm/estaca en fibra de palma (Manihuari, 2022).

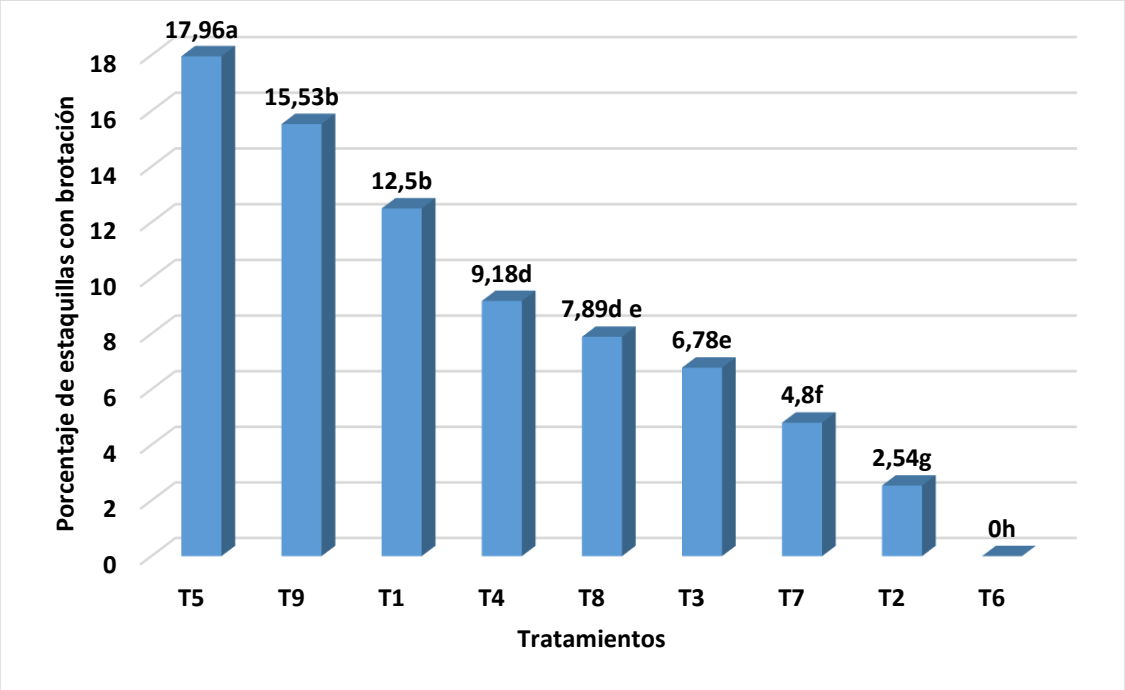



**Figura 5.** Variación del porcentaje de estaquillas con brotación en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación, según tratamientos.

## 4.6. NÚMERO DE BROTES AÉREOS POR ESTAQUILLAS.

Los datos concernientes al análisis de varianza del número de brotes por estaquillas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación, se observan en el Cuadro 15A, donde se presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 2.51%, lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2$ = 0.9739, esto nos indica que el 97.39% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 2.61% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el presente estudio.

**Cuadro 8.** Número de brotes por estaquillas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación.

| Tratamiento | Número de brotes/estaquillas | Significancia |
|---|---|---|
| $T^5$ (AIB 200 ppm sumergidas en 1 minutos). | 3.53 | a |
| $T^9$ (ANA 200 ppm sumergidas en 9 minutos). | 3.33 | a |
| $T^1$ (Sin hormona y sin tiempo de inmersión). | 2.67 | b |
| $T^4$ (AIB 200 ppm sumergidas en 6 minutos). | 1.91 | c |
| $T^8$ (ANA 200 ppm sumergidas en 6 minutos). | 1.69 | c d |
| $T^3$ (AIB 200 ppm sumergidas en 3 minutos). | 1.45 | d |
| $T^7$ (ANA 200 ppm sumergidas en 1 minutos). | 1.03 | d e |
| $T^2$ (AIB 200 ppm sumergidas en 3 minutos). | 0.54 | e |
| $T^6$ (ANA 200 ppm sumergidas en 1 minuto) | 00.00 | f |

En relación al número de brotes por estaquillas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de sub irrigación, se determinó que el $T^5$ (AIB 200 ppm sumergidas en 1 minutos) y el $T^9$ (ANA 200 ppm sumergidas en 9 minutos), presentaron el promedio más alto con 3.53 y 3.33 brotes por estacas, seguido del $T^1$ (Sin hormona y sin tiempo de inmersión), $T^4$ (AIB 200 ppm sumergidas en 6 minutos), $T^8$ (ANA 200 ppm sumergidas en 6 minutos) y el $T^3$ (AIB 200 ppm sumergidas en 3 minutos), quienes presentaron promedios de 2.67, 1.91, 1.69 y 1.45, el $T^7$ (ANA 200 ppm sumergidas en 1 minutos) y el $T^2$ (AIB 200 ppm sumergidas en 3 minutos), presentaron los promedios más bajos con 1.03 y 0.54 brotes por estaquillas, el $T^6$ (ANA 200 ppm sumergidas en 1 minuto), no presento ningún brote. El número de brotes/estaca en cascarilla de arroz carbonizada, fibra de palma y TS1 con cuatro concentraciones de ácido Indolbutírico, en las cuales se ve que en cascarilla de arroz carbonizada sin ácido alcanzó 8 brotes/estaca; en Fibra de palma sin ácido solamente obtuvo 3

brotes/estaca siendo el menor promedio obtenido mientras que en TS1 sin ácido alcanzó un número mayor a los demás con 10 brotes/estaca (Manihuari, 2022). El número de estacas que presentó mayor número de brotes en base al total de unidades experimentales por tratamiento y repetición fue la dosis hormonal 0 ppm que de 90 estacas sembradas 56 lograron brotar con una media de 18.67; y el menor número de estacas que emitieron sus brotes fue la dosis 2000 ppm logrando brotar 36 estacas con una media 12.00 (Huamán, 2020).

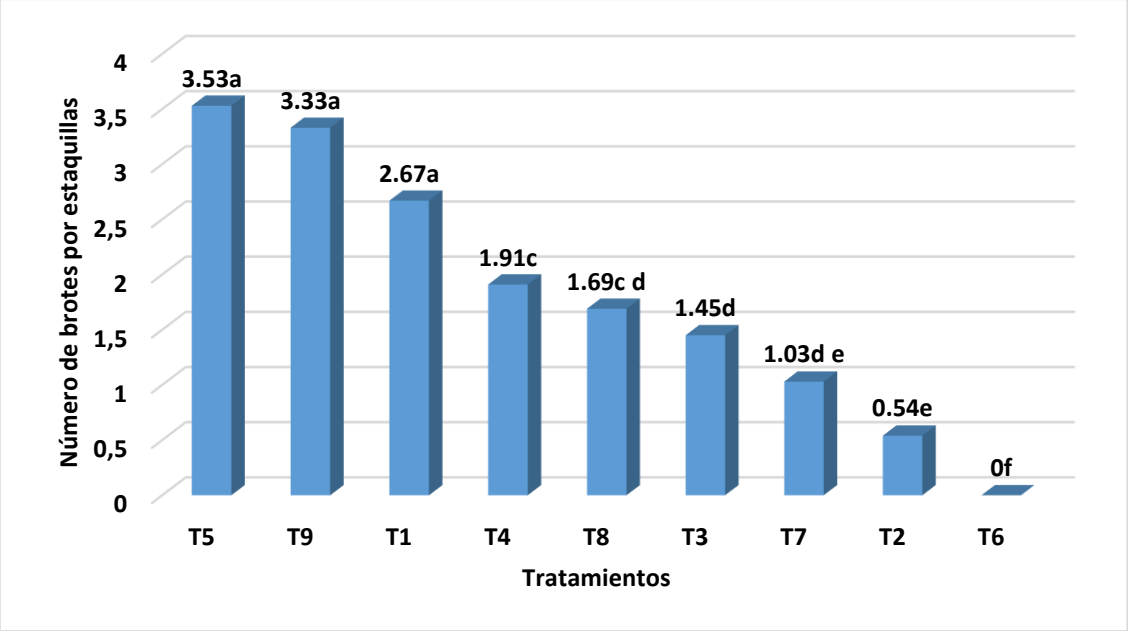



**Figura 6.** Variación del número de brotes aéreos por estaquilla en mandarina (*Citrus reticulada* var. Tango) en cámara de subirrigación, según tratamientos.

## 4.7. PORCENTAJE DE MORTANDAD.

Los datos concernientes al análisis de varianza del porcentaje de mortandad de estaquillas de mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación, se observan en el Cuadro 16A, donde se presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 1.801%, lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación $R^2$ = 0.9906, esto nos indica que el 99.06% de los valores de la

variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 0.94% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el presente estudio.

**Cuadro 9.** Porcentaje de mortandad de estaquillas de mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación.

| Tratamiento | Mortandad (%) | Significancia |
|---|---|---|
| $T^6$ (ANA 200 ppm sumergidas en 1 minuto) | 79.90 | a |
| $T^1$ (Sin hormona y sin tiempo de inmersión). | 70.00 | b |
| $T^7$ (ANA 200 ppm sumergidas en 1 minutos). | 67.32 | b |
| $T^2$ (AIB 200 ppm sumergidas en 3 minutos). | 54.84 | c |
| $T^8$ (ANA 200 ppm sumergidas en 6 minutos). | 49.66 | d |
| $T^3$ (AIB 200 ppm sumergidas en 3 minutos). | 40.00 | e |
| $T^4$ (AIB 200 ppm sumergidas en 6 minutos). | 24.00 | f |
| $T^9$ (ANA 200 ppm sumergidas en 9 minutos). | 22.00 | f |
| $T^5$ (AIB 200 ppm sumergidas en 1 minutos). | 11.00 | g |

Al analizar el porcentaje de mortandad de estaquillas de mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de sub irrigación, se observó que el $T^6$ (ANA 200 ppm sumergidas en 1 minuto), presento el mayor promedio con 79.90% de mortandad en estaquillas de mandarina seguido del $T^1$ (Sin hormona y sin tiempo de inmersión), $T^7$ (ANA 200 ppm sumergidas en 1 minutos), quienes no presentaron diferencias significativas con promedios de 70% y 67.32% de mortandad de estaquillas, seguido de los tratamientos $T^2$ (AIB 200 ppm sumergidas en 3 minutos), $T^8$ (ANA 200 ppm sumergidas en 6 minutos), $T^3$ (AIB 200 ppm sumergidas en 3 minutos), quienes presentaron promedios de 54.84%, 49.66% y 40%, el $T^4$ (AIB 200 ppm sumergidas en 6 minutos), el $T^9$ (ANA 200 ppm sumergidas en 9 minutos) y el $T^5$ (AIB 200 ppm sumergidas en 1 minutos), presentaron los menores porcentajes de mortandad con 24%, 22% y 11% respectivamente. La tendencia de la mortalidad continua a los 60 días de iniciado el experimento, como se puede observar en Pushgay 01 llegó a perder en promedio 3 estacas (60%), el aspecto de las estacas es cada vez más desfavorables (necrosis). Estacas de Pushgay 02 presentan una mortalidad

promedio de 4 estacas (80%), luciendo cada vez más con menos posibilidad de supervivencia (Rimachi, 2020). No existe un efecto significativo de los sustratos, dosis de ácido Indol Butírico (AIB) e Interacción sustrato dosis de AIB probados en el enraizamiento de estacas juveniles y producción de plantones de *Copaifera paupera* (Copaiba) (Manihuari, 2022).

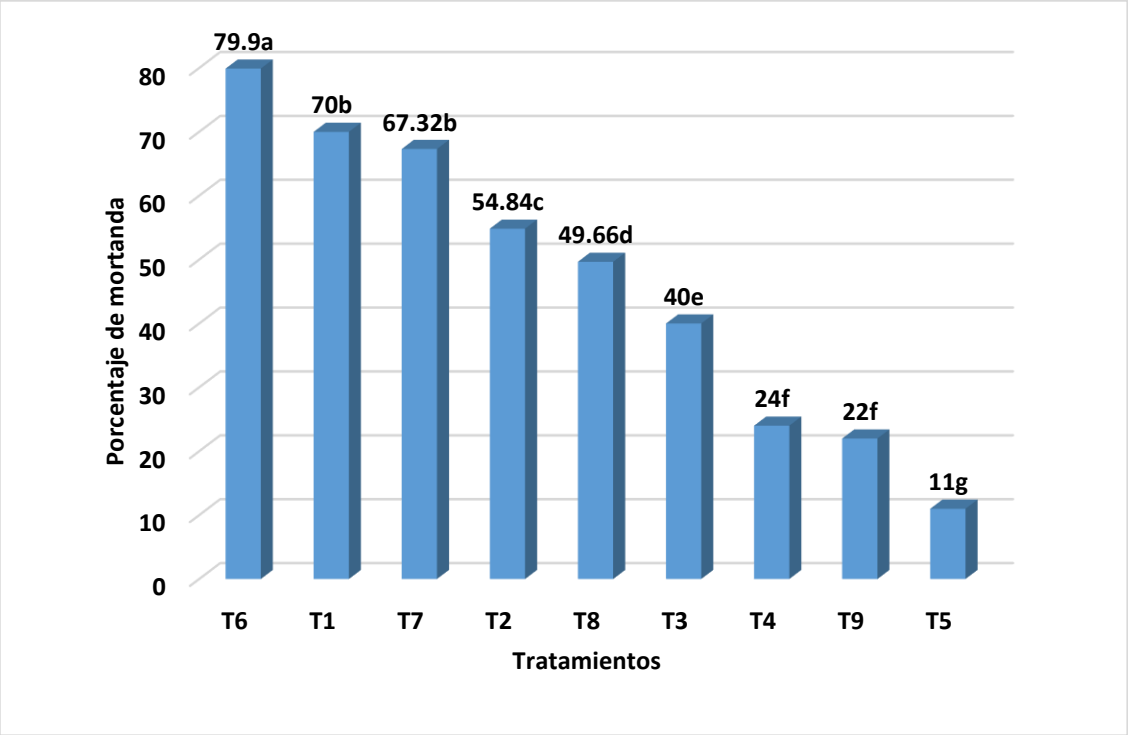



**Figura 7.** Variación del porcentaje de mortandad de estaquillas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación, según tratamientos.

## V. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los objetivos propuestos se concluye:

1. El tratamiento $T^5$ AIB 200 ppm sumergidas con tiempo de inmersión de estacas de 9 minutos, obtuvo el mejor resultado para porcentaje de estaquillas enraizadas con 89%, en porcentaje de estaquillas con callos con 89%, en porcentaje de estaquillas con brotación con 17.96% y número de brotes con 3.53 en promedio.

2. El tratamiento $T^9$ ANA 200 ppm sumergidas con tiempo de inmersión de estacas de 9 minutos, obtuvo un mayor promedio de raíces con 4, en longitud de raíces con 7.8 cm promedio.

3. Los tratamientos que recibieron aplicaciones de más tiempo de inmersión ($T^5$ y $T^9$), reportaron los mejores resultados.

## VI. RECOMENDACIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos se recomienda:

1. La aplicación de AIB 200 ppm sumergidas con tiempo de inmersión de estacas de 9 minutos y ANA 200 ppm sumergidas con tiempo de inmersión de estacas de 9 minutos, para el enraizamiento de estaquillas de cítricos mandarina (*Citrus reticulata var. Tango*) en cámara de sub irrigación.

2. Estudiar la aplicación de diferentes concentraciones de AIB y ANA, en la generación de callos en diferentes especies de frutales tropicales.

3. Continuar la investigación probando diferentes tiempos de inmersión y concentraciones de AIB y ANA en diferentes cultivos.

## VII. LITERATURA CITADA.


Acosta, D. A. 2018. Efecto de cuatro concentraciones de ácido naftalenacético (ANA) en el enraizamiento de estacas de uña de gato (*Uncaria tomentosa* willd.dc.) en Pucallpa. Pucallpa, Perú, pp (20).

Aguilera, Q.; Flores, S. 2020. Efecto de agua helada en el color del flavedo de Citrus reticulata variedad tango en la Región La Libertad – 2019. Lambayeque; Perú, pp (19 – 20 – 21 – 22).

Almache, A. 2021. Evaluación de los parámetros de calidad en dos variedades de naranja, valencia (Citrus x sinensis) y naranja agria (Citrus x aurantium) para la elaboración de jugo. Latacunga; Ecuador, pp (13).

Aquino, A. 2020. Efecto de cuatro fitohormonas naturales y un sintético, en el prendimiento de estacas de dos especies de cantuta (Cantua buxifolia y Cantau tomentosa) en invernadero Ilave – Puno. Puno; Perú, pp (26 – 27).

Aucancela, G. 2017. Propagación vegetativa de café robusta (Coffea canephora) utilizando dos hormonas enraizantes en diferentes concentraciones en el Canton Bucay. Cumandá; Ecuador; pp (11).

Ayllón C. 2018. Efecto de diferentes concentraciones de ácido índol butírico en el enraizamiento de estaquillas juveniles de shihuahuaco (Dipteryx odorata Aublet) Willd en cámara de sub irrigación Pucallpa – Perú. Yarinacocha; Perú, pp (16 – 1 7).

Barboza, I. 2018. Efecto de la combinación de diferentes dosis de citoquininas y giberelinas sobre el cuajado, retención y crecimiento de frutos en el cultivo de papaya (Carica papaya L) en cieneguillo sur - Sullana, 2016. Piura; Perú, pp (8).

Bonilla, C. 2019. Efecto de dos fitorreguladores de desarrollo en especies forestales bajo líneas eléctricas, circuitos de santa bárbara y buga industrial, valle del Cauca. Cauca; Colombia, pp (26).

Calzada, P. 2021. Respuesta de citoquinina y auxina en la micropropagación in vitro de la fresa (Fragaria x ananassa duch) cv. Aroma. Lima; Perú, pp (12 – 13).

Canchan, S. 2017. Identificación y propagación de Guadua sp. con fitoreguladores, Pichanaqui – Perú. Satipo; Perú, pp (15 – 16).

Casas, Ch. 2018. Efecto de la aplicación foliar de fitorreguladores en el rendimiento de la cebolla roja (Allium cepa L.) var. Ilabaya en el cea III Los Pichones – Tacna. Tacna; Perú, pp (32 – 33).

Casas Niño, S. A. 2022. Efecto del ácido indolbutírico en el enraizamiento de estaquillas de Eucalyptus grandis x urophylla, distrito de Pangoa, Satipo, Perú.

Castañeda, A. 2020. Evaluación de reguladores de crecimiento para el control de brotes auxiliares de tabaco; nueva Concepción, Escuintla. Quetzaltenango; Guatemala, pp (7).

Castro, C. 2021. Evaluación de la obtención de colorante natural a partir del hollejo de uva (Vitis Vinifera ´Cabernet sauvignon´) y la cáscara de mandarina (Citrus reticulata) para aplicación en la industria alimentaria. Bogotá; Colombia, pp (25).

Caviedes, M. 2018. Identificación de especies de insectos plaga en mandarina (Citrus reticulata) en la zona de la asunta (Sud Yungas) departamento de la Paz. La Paz; Bolivia, pp (3).

Chacón, A. 2018. Evaluación de frecuencias y dosis de ácido naftalenacético para formación de frutos partenocárpicos en Zucchini. Guatemala de la Asunción; Guatemala, pp (9).

Chávez, H. M., Fuentes, C. J., Parada-Berrios, F. A., Osegueda, E. V., & Lara, L. L. 2019. Evaluación de diferentes dosis de ácido indol butírico (AIB), en el enraizamiento de estacas de cacao criollo (Theobroma cacao L.) utilizando polipropagadores de madera. Revista Agrociencia, 3(14), 13-23.

Contreras, C.; López, M. 2018. Establecimiento de criterios técnicos para el mejoramiento y expansión de una plantación de mandarina (Citrus nobilis)

en la finca El Brasil, Municipio de San Calixto – Norte de Santader. Ocaña; Colombia, pp (18).

Dahua, V. 2018. Efecto del ácido-3-indolbutírico en la producción de clones de Simarouba amara (marupa) Aubl. Croton matourensis (Aucatadijo) Aubl. en Pucallpa, Perú. Pucallpa; Perú, pp (15 – 16).

Dos santos, M. 2017. Efecto de la calefacción en el enraizamiento de estacas de Eucalyptus grandis. Montevideo; Uruguay, pp (11 – 12).

Fronda, S. 2021. Actualización en el manejo integrado de plagas en mandarina (Citrus reticulata Blanco) en el norte chico del Perú. Lima; Perú, pp (8 – 9).

García, L. 2019. Momento de aplicación de dos bioestimulantes en el rendimiento de arroz (Oryza sativa L.) Cv INIA – 507 la conquista, en fase soca bajo riego. Tingo María; Perú, pp (33 – 34).

Guizado, O. 2015. Enraizamiento de estaca basal de los clones de cacao (Theobroma cacao l), ics- 95, ccn-51, ics-1, cmp-15 y porcelana; utilizando ácido indol butírico (aib) en el centro Poblado de Valle Esmeralda- Rio Ene. Satipo; Perú, pp (10).

Guzmán, C.; Rea, R. 2015. Determinación cuantitativa de plomo y cadmio en zumos de naranja de venta ambulatoria en cercado de Lima Marzo – Julio 2015. Lima; Perú, pp (32).

Huamán Huamán, W. 2020. Obtención de plantones usando estacas de raíz de Handroanthus billbergii con diferentes dosis de ácido indol butírico y tipos de sustrato.

Huanca, P. 2020. Determinación del efecto de dos enraizadores naturales en kiswara (Buddleja coriácea, remy) con tres dosis de estiércol de suri (Pteroctenia pennata) en el pueblo histórico de Sora Sora, provincia Pantaleón Dalence – Oruro. La Paz; Bolivia; pp (12).

Huarhua, Ch. 2017. Propagación vegetativa de esquejes de queñua (Polylepis incana) con la aplicación de dos enraizadores naturales y tres tipos de sustratos en condiciones de vivero cuajone, Torata-Moquegua. Moquegua; Perú, pp (19).

Ibarra, B. 2021. Efecto del uso de diferentes estabilizantes y de mandarina (Citrus reticulata) de tres variedades, sobre las características físico químicas y sensoriales de una jalea. Los Ríos; Ecuador, pp (10).

Jorge, M. 2018. Propagación vegetativa mediante estacas apicales de Ceiba pentandra (L.) Gaertn. Lipuntahuaca, Huehuetla, Puebla; México, pp (29 – 32 - 33).

Lizana, R. 2019. Enraizamiento de estacas de queñual (Polylepis spp.) de diferentes procedencias y concentraciones hormonales de AIB en cámara de sub-irrigación, Huancayo. Lima; Perú, pp (28).

Llamoca, V. 2017. Efecto de la aplicación de tres dosis proma T-Lina en el proceso para la obtención de plantones en Citrus jambhiri (limón rugoso) y Citrus volkameriano (limón volkameriano) aptos para la injertación de Citrus aurantifolia (limón sutil). Tumbes; Perú, pp (7 - 8).

Machaca, LL. 2020. Propagación vegetativa del álamo (Pópulus deltoides Bartr.) con aplicación de diferentes dosis de ácido indol butírico en ambientes semicontrolados – UNA- Puno. Puno; Perú, pp (24 – 25).

Magne, A. 2016. Propagación de la porta injerto G* N (Prunus amygdalus) por medio de esquejes utilizando dosis diferentes de ácido indol butirico en el vivero municipal de Luribay La Paz (Doctoral dissertation).

Majada, J., Martínez-Alonso, C., Feito, I., Kidelman, A., Aranda, I., & Alía, R. 2011. Miniesquejes: una técnica eficaz para la propagación de Pinus pinaster Ait. Nuevos Bosques , 41 (3), 399-412.

Mamani, L. 2017. La aplicación de niveles de ácido alfa naftalenacético en el enraizamiento de esquejes de ligustro (Ligustrum ovalifolium Hassk) bajo ambiente protegido en Viacha. La Paz; Bolivia, pp (4).

Manihuari, R. 2022. Influencia de sustratos, dosis de ácido indolbutírico (aib) en el enraizamiento de estacas juveniles y producción de plantones de Copaifera paupera (herzog) Dwyer (copaiba) en túneles de subirrigación. Pucallpa; Perú.

Matos, F. 2022. Efecto de diferentes concentraciones de ácido diclorofenoxiacético (2,4-d) en la inducción de callos viables in vitro de llantén (Plantago major l.) en Pucallpa. Pucallpa; Perú, pp (11).

Matsunaga, K. y Ohira, M. 2019. Efecto del tamaño del corte sobre la capacidad de enraizamiento y el crecimiento del primer año de Pinus thunbergii en contenedores de vivero. Revista de Investigación Forestal , 24 (6), 356-364.

Melgarejo, I. 2019. Respuesta del cultivo de holanteo (Pisum sativum var. Saccharatum) a la aplicación de dos bioestimulantes con tres dosis en el distrito de Yanahuanca Provincia de Daniel Carrión. Cerro de Pasco; Perú, pp (33 – 35 – 36).

Mendoza, R. 2019. Efecto de tres dosis de Root – Hor en el enraizamiento de estacas de Higo (Ficus carica) en condiciones de vivero. Nuevo Chimbote; Perú, pp (7).

Miranda, P. 2016. Propagación asexual del eucalipto (Eucalyptus viminalis) con enraizador natural (agua de coco), en la cámara de sub-irrigación en el centro experimental de Cota Cota. La Paz; Bolivia, pp (14 – 15).

Montes, M. 2019. Comparativo entre el gel de sábila (Aloe vera L.) frente a tres dosis de AIB, en el enraizamiento de esqueje de tres variedades de hortensia (Hydrangea macrophylla T.), bajo condiciones de invernadero, en

el distrito de Caraz, Provincia de Huaylas, Región Ancash-2017. Ancash; Perú, pp (24 – 25).

More, I. 2018. Eficiencia de tratamiento en la propagación vegetativa del Ulcumano (Retrophyllum Rospigliosi) en cámara de subirrigación, San Ramón – Junín. Lima; Perú, pp (31 – 32).

Neyra, L. 2018. Efecto de tres enraizantes en la propagación asexual de esquejes de clavel (Dianthus caryophyllus, L.) en condiciones de invernadero. Huancavelica; Perú, pp (11).

Nugrahanto, G., Naiem, M., Indrioko, S., Faridah, E. y Widiyanto, W. 2019. Capacidad de enraizamiento de Pinus merkusii con alto rendimiento de resina a partir del corte de brotes. Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan , 13 (2), 71-83.

Palma, H. 2017. Utilización de hormonas enraizadoras en la propagación vegetativa del sauco (Sambucus peruviana HBK.) en el vivero de Kesari distrito de Circa – Abancay. Apurímac; Perú, (12 – 13).

Pizarro, P. 2017. Efecto de la fitohormona rootone (AIB) y dos enraizadores naturales en estacas de granado (Punica granatum L) en el distrito de Pariacoto. Huaraz; Perú, pp(13).

Quimbiamba, U. 2019. Evaluación de la propagación de rosa (Rosa spp.) por estacas mediante el uso de ácido naftalenacético en el Cantón Pedro Moncayo – Pichincha. Ibarra; Ecuador, pp (13).

Rimachi Daza, E. 2020. Evaluación de cuatro sustratos para el enraizamiento de estacas de dos ecotipos de" pushgay"(Vaccinium floribundum Kunth) mediante el uso del ácido Indol-3-Butirico.

Rivera Melo, F., Jiménez Casas, M., Ramírez Herrera, C., & Martínez Rendón, A. Y. 2021. Enraizamiento de estacas de Pinus hartwegii de tres poblaciones naturales en ecosistemas de alta montaña del Estado de México y Veracruz. Bosque (Valdivia), 42(3), 323-331.

Sánchez, H. 2016. Determinación de la biomasa a partir de medidas dendrométricas en el cultivo de mandarina (Citrus reticulata L.) parroquia Chaltura Cantón Antonio ante Provincia Imbabura. Ibarra; Ecuador, pp (20).

Sánchez, M. 2017. Propagación vegetativa de Dendrocalamus asper, Guadua angustifolia y Bambusa vulgaris (Bambú), en el vivero bambunet del Cantón Archidona, Provincia de Napo. Riobamba; Ecuador, pp (5).

Santos Paredes, D. 2022. Evaluación del enraizamiento de Citrus aurantifolia (limón regional) con aplicaciones de dosis diferentes de hormona natural en Yarinacocha-Ucayali.

Sarmiento, A. I. P., SchwARz, S. F., & Souza, P. V. D. D. 2016. CONDICIONES DE CULTIVO DE LA PLANTA MATRIZ Y USO DEL ÁCIDO INDOLBUTÍRICO EN LA PROPAGACIÓN DEL MANDARINO 'SUNKI'BAJO ESTAQUILLA. Revista Brasileira de Fruticultura, 38.

Sepúlveda, B. 2017. Propagación vegetativa de raulí: análisis de la profundidad de inserción de las estacas en el sustrato de enraizamiento, en tres periodos de cultivo. Valdivia; Chile, pp (4).

Taira, O. 2021. Control del rajado estilar en Tangor "H. Murcott" (Citrus reticulada x sinensis) mediante 2,4-D, ácido giberélico y nitrato de potasio. Lima; Peru, pp (3).

Vásquez, D. 2019, Propuesta de un plan de negocio para una plantación de mandarina W. Murcott en la primavera etapa de la irrigación Majes, Provincia de Caylloma, Región Arequipa – 2018. Arequipa; Perú, pp (19).

# VIII. ANEXO.

**Cuadro 10A.** Análisis del porcentaje de estaquillas enraizadas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación.

| F. V | GL | SC | CM | FC | Pr>F |
|---|---|---|---|---|---|
| **Tratamientos** | 8 | 13769.5 | 1721.18 | 534.16 | 0.000 |
| **Error** | 18 | 58.0 | 3.22 | | |
| **Total** | 26 | 13827.5 | | | |

$R^2$ = 99.58; C.V. = 0.0179

**Cuadro 11A.** Análisis del porcentaje de estaquillas con presencia de callos en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación.

| F. V | GL | SC | CM | FC | Pr>F |
|---|---|---|---|---|---|
| **Tratamientos** | 8 | 24274.0 | 3034.25 | 880.91 | 0.000 |
| **Error** | 18 | 62.0 | 3.44 | | |
| **Total** | 26 | 24336.0 | | | |

$R^2$ = 99.75; C.V. = 0.0186

**Cuadro 12A.** Análisis del número promedio de raíces por estaquillas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación.

| F. V | GL | SC | CM | FC | Pr>F |
|---|---|---|---|---|---|
| **Tratamientos** | 8 | 67.507 | 8.44 | 138.08 | 0.000 |
| **Error** | 18 | 1.100 | 0.06 | | |
| **Total** | 26 | 68.607 | | | |

$R^2$ = 98.40; C.V. = 0.0247

**Cuadro 13A.** Análisis de la longitud de raíces por estaquillas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación.

| F. V | GL | SC | CM | FC | Pr>F |
|---|---|---|---|---|---|
| **Tratamientos** | 8 | 1376.9 | 1721.18 | 534.16 | 0.000 |
| **Error** | 18 | 58.0 | 3.22 | | |
| **Total** | 26 | 13827.5 | | | |

$R^2$ = 99.38; C.V. = 0.0179

**Cuadro 14A.** Análisis del porcentaje de estaquillas con brotes de mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación.

| F. V | GL | SC | CM | FC | Pr>F |
|---|---|---|---|---|---|
| **Tratamientos** | 8 | 840.347 | 105.04 | 465.23 | 0.000 |
| **Error** | 18 | 4.06 | 0.22 | | |
| **Total** | 26 | 844.41 | | | |

$R^2$ = 98.92; C.V. = 0.04.75

**Cuadro 15A.** Análisis del número de brotes por estaquillas en mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación.

| F. V | GL | SC | CM | FC | Pr>F |
|---|---|---|---|---|---|
| **Tratamientos** | 8 | 34.9416 | 4.36770 | 191.68 | 0.000 |
| **Error** | 18 | 0.4102 | 0.02279 | | |
| **Total** | 26 | 35.3518 | | | |

$R^2$ = 97.39; C.V. = 0.0251

**Cuadro 16A.** Análisis del porcentaje de mortandad de estaquillas de mandarina (*Citrus reticulata* var. Tango) en cámara de subirrigación.

| F. V | GL | SC | CM | FC | Pr>F |
|---|---|---|---|---|---|
| **Tratamientos** | 8 | 13769.5 | 1721.18 | 534.16 | 0.000 |
| **Error** | 18 | 58.0 | 3.22 | | |
| **Total** | 26 | 13827.5 | | | |

$R^2$ = 99.06;  C.V. = 0.01801

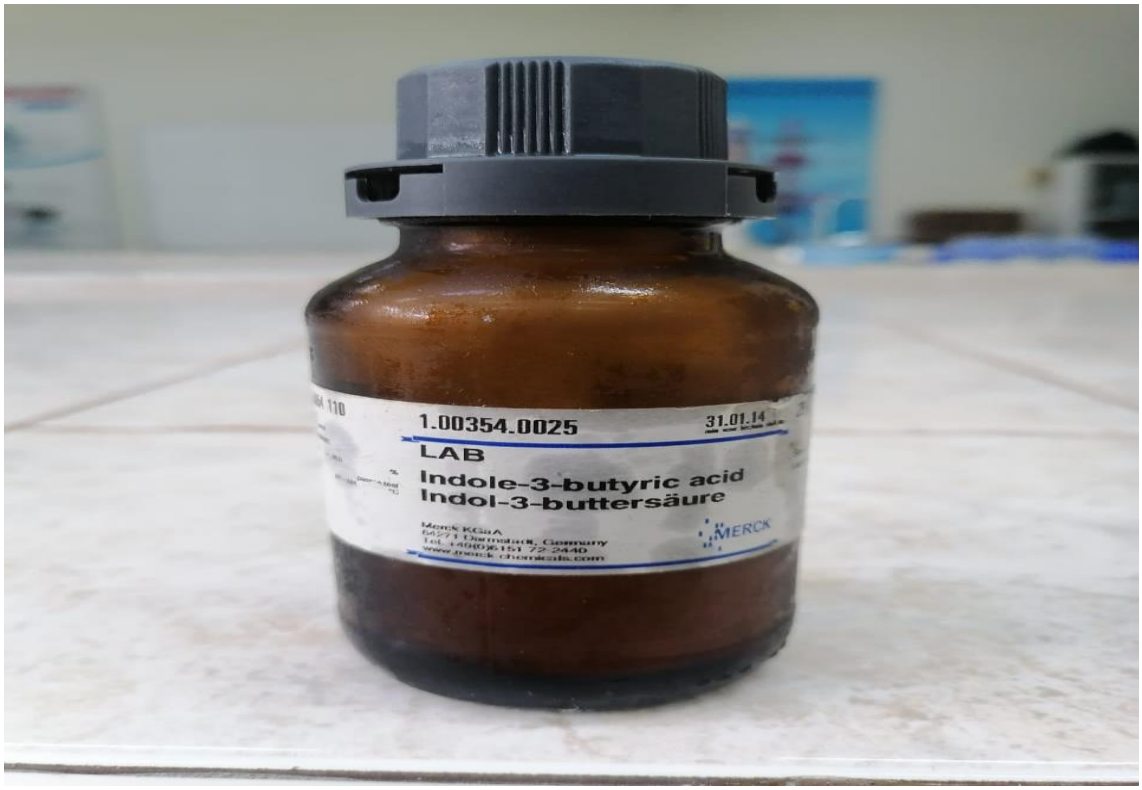



**Figura 8A.** Hormona AIB (Indole – 3 – butyric acid).




**Figura 9A.** Hormona ANA (Napthalena Acetic Acid).



**Figura 10A.** Pesado de las hormonas.



**Figura 11A.** Preparación de las hormonas.



**Figura 12A.** Construcción de la cámara de subirrigación.




**Figura 13A.** Terminación de la cámara de subirrigación.



**Figura 14A.** Incorporación de grava.



**Figura 15A.** Incorporación de arena.



**Figura 16A**. Incorporación de Tubo.



**Figura 17A**. Parcela de mandarina variedad Tango.



**Figura 18A**. Recolección de las estaquillas.



**Figura 19A**. Inmersión de las estaquillas.



**Figura 20A.** Siembra de las estaquillas.



**Figura 21A**. Raíz en las estaquillas del tratamiento $T_9$.



**Figura 22A.** Raíz en la estaquilla del tratamiento $T_3$.



**Figura 23A.** Raíces en la estaquilla del tratamiento $T_4$.



**Figura 24A.** Formación de brotes del tratamiento $T_5$.



**Figura 25A.** Formación de brotes del tratamiento $T_9$.