UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA AGROFORESTAL ACUÍCOLA

Evaluación del enraizamiento de *Citrus aurantifolia* (limón regional) con aplicaciones de dosis diferentes de hormona natural en Yarinacocha - Ucayali

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AGROFORESTAL ACUÍCOLA

PRESENTADO POR:

Bach. David Santos Paredes

ASESOR:

Dr. Juan Luis Pérez Marín

YARINACOCHA – PERÚ

2022

ANEXO 16. ACTA DE CALIFICACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En la sala virtual destinada para la sustentación de la tesis, https://meet.google.com/rfq-zjiw-rzs, del Campus universitario de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, en el distrito de Yarinacocha Provincia de Coronel Portillo Ciudad de Pucallpa, a las 11 horas del día viernes 28 de Enero del 2022, se reunió el Jurado de Tesis presidido por el Mg. Jhon Edwar Avilés Sandi, e integrado por: Mg. Manuel Mario Chuyma Tomaylla y Mg. Jessy Isabel Vargas Flores, en calidad de miembros, con la exclusiva finalidad de evaluar la sustentación de tesis titulada: **« «Evaluación del enraizamiento de Citrus aurantifolia (limón regional) con aplicaciones de dosis diferentes de hormona natural en Yarinacocha Ucayali »**, cuya responsabilidad corresponde al Bachiller: **DAVID SANTOS PAREDES;** a fin de optar el Título Profesional de **Ingeniero Agroforestal Acuícola**. Terminada la sustentación, el autor de la tesis respondió a las preguntas formuladas por los miembros del jurado. Cuya evaluación se consolida según la tabla y parámetros cuantitativos que siguen:

Presidente	Mg. Jhon Edwar Avilés Sandi	25
Miembro	Mg. Manuel Mario Chuyma Tomaylla	25
Miembro	Mg. Jessy Isabel Vargas Flores	25
Promedio		

El Jurado después de deliberar y calibrar los aportes de la tesis y la fundamentación del sustentante, en la sala virtual https://meet.google.com/ssm-ropt-jpd, compatibilizó el resultado cuantitativo con la tabla cualitativa equivalente, sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como APROBADO, asignándole un calificativo de __25___ puntos, según el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía.

Siendo las __11:55___ horas del mismo día se dio por terminado el acto de sustentación firmando los miembros del Jurado en señal de conformidad.

Mg. Jhon Edwar Avilés Sandi **Presidente**	Manuel Mario Chuyma Tomaylla **Miembro**
Mg. Jessy Isabel Vargas Flores **Miembro**	

Distribución: Integrantes del Jurado de Tesis, tesista y archivo FICA (Todas con firmas en original).

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

CONSTANCIA

N°009-2022

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO TURNITIN

La Biblioteca Central, hace constar por la presente, que le informe Final (Tesis) titulado:

EVALUACIÓN DEL ENRAIZAMIENTO DE CITRUS AURANTIFOLIA (LIMÓN REGIONAL) CON APLICACIONES DE DOSIS DIFERENTES DE HORMONA NATURAL EN YARINACOCHA - UCAYALI.

Cuyo autor es : **SANTOS PAREDES, DAVID.**

Facultad : FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES

Escuela Profesional : INGENIERÍA AGROFORESTAL ACUÍCOLA.

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio, dicho documento presenta un porcentaje de similitud de 15%.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecido en el **artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO**, aprobada con **RESOLUCIÓN N°164-2021-UNIA-CO**, el cual indica que no se debe superar el 24%. Se declara, que el trabajo de investigación: **SI contiene un porcentaje aceptable de similitud y/o plagio, por lo que SI se aprueba su originalidad.**

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

Fecha: 09/03/2022

UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONÍA - UCAYALI

Dr. Jesús Taylor Dávila Francia
Jefe de la Oficina de Biblioteca Central

DEDICATORIA

A Dios, que es fuente de luz divina, sabiduría, y a su voluntad por permitirme darme la salud completa y alcanzar el primer fruto de un arduo trabajo y ser un profesional útil a la sociedad.

A mis queridos padres Celso Santos Bruno y María Luisa Paredes Calderón, como también el ansiado amor que mis hermanos muestran hacia mi persona como Moshe, Ángel, Elías, Salomón, Miguel Ángel, Paola, Daniel y Yaacov, por el gran amor fraternal que despliegan, al apoyo incondicional que me brindaron, y a los sabios consejos y orientaciones que me brindaron durante el tiempo para lograr ser un profesional competente.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a mis padres, hermanos que me brindaron su apoyo, y ayuda personal para el desarrollo de la presente investigación y lograr la meta deseada,

A la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, por haberme acogido durante estos años de permanencia universitaria y darme la oportunidad de realizar la aspiración de ser profesional.

A la Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales, a los docentes de la Carrera Agroforestal Acuícola, por la orientación académica e impartir los conocimientos y experiencias.

Al Ing. Dr. Juan Luis Pérez Marín, por su valiosa orientación, apoyo y confianza como asesor durante todo el proceso de la investigación.

Al Ing. John Edwar Avilés Sandi, Ing. Manuel Mario Chuyma Tomaylla, Ing. Jessy Isabel Vargas flores, por las sugerencias, recomendaciones y revisión de la investigación.

A todas aquellas personas que de una u otra manera fueron partícipes en apoyarme para el desarrollo de la investigación y lograr mi ansiado anhelo de ser profesional.

INDICE

Pg.

RESUMEN……10

ABSTRACT……..11

I. INTRODUCCIÓN…… 12

II. REVISIÓN DE LITERATURA…… 15

2.1. Antecedentes de la investigación…….. 15

2.1.1. A nivel local…… 15

2.1.2. A nivel nacional……. 17

2.1.3. A nivel internacional…… 18

2.2. Bases teóricas……. 19

2.2.1. *Citrus aurantifolia* (limón regional)…… 19

2.2.1.1. Origen del *Citrus aurantifolia* (limón regional)……. 19

2.2.1.2. Generalidades del *Citrus aurantifolia* (limón regional) …….. 19

2.2.1.3. Clasificación taxonómica del *Citrus aurantifolia* (limón regional) 20

2.2.1.4. Grupos principales de limoneros en el mundo …….. 20

2.2.1.5. Propagación vegetativa de *Citrus aurantifolia* (limón regional) 21

2.2.3.1.3. *Capsicum frutescens*…….. 21

2.2.3.1.4. Capsicum chinense…… 21

2.2.3.1.5. *Capsicum pubescens*……. 21

2.2.2. Condiciones nutricionales de la planta madre de Citrus aurantifolia (limón regional)……... 22

2.2.3. Utilización de hormonas naturales en el enraizamiento de esquejes …. 22

2.2.3.1. Las auxinas…… 23

2.2.3.2. Las citoquininas…… 25

2.2.4. Contenido nutricional de la hormona vegetal de vinagre de manzana.... 25

2.2.5. Compuesto químico de la hormona vegetal de vinagre de manzana …. 25

2.2.6. Composición nutricional de la hormona vegetal de vinagre de manzana 26

2.2.7. Contenidos químicos presentes en la hormona vegetal del vinagre de manzana…….. 26

III. MÉTODOS……. 27
3.1. Ubicación y descripción del área de estudio…… 27
3.2. Identificación y descripción del material experimental…… 27
3.3. Procedimiento……. 28
3.3.1. Extracción del esqueje…… 28
3.3.2. Tierra negra utilizada para sustrato……..…….. 28
3.3.3. Aplicación de riego en los sustratos del vivero……..29
3.3.4. Elaboración de la hormona natural de vinagre …… 29
3.3.5. Evaluación de las variables..…….. 30
3.3.5.1. Tiempo de emersión de raíces …….. 30
3.3.5.2. Cantidad de raíces emergidas…….. 30
3.3.5.3. Tamaño de raíces emergidas…….. 31
3.3.5.4. Cantidad de hojas emitidas…….. 31
3.3.5.5. Tamaño de hojas emitidas…..……. 32
3.4. Variables…….. 32
3.5. Población y muestra…… 33
3.5.1. Población…… 33
3.5.2. Muestra…… 33
3.6. Tratamientos…….. 33
3.7. Recolección de los datos……. 34
3.7.1. Fuentes de información…….34
3.7.2. Unidad experimental y unidad de medición…… 34
3.7.2.1. Unidad experimental…….. 34
3.7.2.2. Unidad de medición…… 34
3.7.3. Tipo de muestreo…… 35
3.7.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos……..35
3.8. Procesamiento de los datos……35
3.8.1. Diseño estadístico……35
3.8.2. Modelo matemático……..35
3.8.3. Análisis estadístico…….. 35
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN……..37
4.1. Tiempo de emersión de raíces……37

4.2. Cantidad de raíces emergidas…….. 40
4.3. Tamaño de raíces emergidas……... 43
4.4. Cantidad de hojas emitidas…. 46
4.5. Tamaño de hojas emitidas …….. 49
V. CONCLUSIONES…… 53
VI. RECOMENDACIONES…… 54
VII. BIBLIOGRAFÍA…….. 55
VIII. ANEXOS…… 60
8.1. Análisis físico químico del sustrato, hormona natural de manzana.…… 60
8.1.1. Análisis físico químico de la muestra de sustrato utilizado…… 60
8.1.2. Análisis físico químico y microbiológico de la hormona de manzana utilizado……... 61
8.2. Iconografía del desarrollo de la investigación en la etapa injicial…… 62
8.2.1. Etapa inicial de campo…….. 62
8.2.2. Aplicación de la hormona natural de manzana al esqueje de *Citrus aurantifolia*…….. 63
8.2.3. Esquejes inmersos en el contenido de hormona vegetal …… 64
8.2.4. Distribución de los tratamientos en vivero……65
8.2.5. Muestras de los diversos tratamientos del estudio…….65
8.2.6. Muestras de plantas de *Citrus aurantifolia* (limón regional) por tratamientos.....……..66
8.2.7. Muestras de raíces para evaluación de los tratamientos…… 67

LISTA DE TABLAS

En el texto Pg.

1. Contenidos de ácido nutricional de la hormona vegetal de vinagre de manzana ……. 25
2. Composición nutricional de la hormona vegetal del vinagre de manzana …….26
3. Contenidos químicos presentes en la hormona vegetal del vinagre de manzana ……..26
4. Datos meteorológicos durante la ejecución de la investigación ……27
5. Operacionalización de variables ……32
6. Distribución de tratamientos en vivero ……..34
7. Tiempo de emersión de raíces de *Citrus aurantifolia* (limón regional) por tratamientos (días)…….. 37
8. Estadísticos descriptivos del tiempo de emersión de raíces ……..37
9. Pruebas de normalidad de tiempo de emersión de raíces ……38
10. Prueba de ANOVA de tiempo de emersión de raíces…… 38
11. Prueba de Tukey para el tiempo de emersión de raíces……..39
12. Cantidad de raíces emergidas de *Citrus aurantifolia* (limón regional) por tratamiento 40
13. Estadísticos descriptivos de cantidad de raíces emergidas…… 41
14. Pruebas de normalidad de cantidad de raíces…… 41
15. Prueba de ANOVA de cantidad de raíces emergidas…… 42
16. Prueba de Tukey para la cantidad de raíces……42
17. Tamaño de raíces emergidas de *Citrus aurantifolia* (limón regional) por tratamiento (cm)……43
18. Estadísticos descriptivos del tamaño de raíces……44
19. Pruebas de normalidad de tamaño de raíces……44
20. Prueba de ANOVA del tamaño de raíces……..45
21. Prueba de Tukey para el tamaño de raíces……45
22. Cantidad de raíces emergidas de Citrus aurantifolia (limón regional) por tratamiento 46
23. Estadísticos descriptivos de número de hojas…… 47
24. Pruebas de normalidad de número de hojas..…….. 48
25. Prueba ANOVA de número de hojas…… 48
26. Prueba de Tukey para el número de hojas…….. 48
27. Tamaño de raíces emergidas de *Citrus aurantifolia* (limón regional) por tratamiento (cm)……. 49
28. Estadísticos descriptivos de tamaño de hojas…… 50
29. Pruebas de normalidad de tamaño de raíces …… 51
30. Prueba de ANOVA del tamaño de hojas……51
31. Prueba de Tukey para el tamaño de hojas……51

LISTA DE FIGURAS

En el texto Pg.

1. Frutos de limón regional……. …… 19
2. Parte interna del fruto…….. 19
3. Promedio del tiempo de emersión de raíces por tratamiento…… 38
4. Promedio de cantidad de raíces emergidas……...……41
5. Promedio de tamaño de raíces por tratamiento……. 44
6. Promedio de número de hojas por tratamiento..…….. 47
7. Promedio de tamaño de hojas por tratamiento……. 50

En el anexo **Pg.**

8. Recopilación de tierra negra…….50
9. Llenado de tierra negra en bolsas de vivero…..……62
10. recolección de varillas de limón regional…….…… 62
11. Corte de varillas en esquejes……..62
12. Tratamientos para la inducción de hormona vegetal...63
13. Inducción con hormona vegetal al $T_2$63
14. Inducción con hormona vegetal al $T_3$63
15. Inducción con hormona vegetal al T_4……..63
16. Inducción con hormona vegetal al T_5…….. 64
17. Inducción con hormona vegetal al T_6…… 64
18. Inducción con hormona vegetal a los tratamientos……..64
19. Distribución de los tratamientos en el vivero…….65
20. Muestra de las plantas reproducidas por tratamientos……65
21. Muestra del T_1…….66
22. Muestra del T_2…….66
23. Muestra del T_3…….66
24. Muestra del T_4…….66
25. Muestra del T_5…….67
26. Muestra del T_6…….67
27. Evaluación de la raíz en los diversos tratamientos…… .67
28. Medición de raíces en los diversos tratamientos…… 68
29. Investigador en plena evaluación de raíces……..68
30. Evaluación de hojas en los diversos tratamientos…….. 69
31. Investigador evaluando hojas y raíces…….. 69

Evaluación del enraizamiento de *Citrus aurantifolia* (limón regional) con aplicaciones de dosis diferentes de hormona natural en Yarinacocha - Ucayali

David Santos Peredes[1], Juan Luis Pérez Marín[2]

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el enraizamiento de *Citrus aurantifolia* (limón regional) con aplicaciones de dosis diferentes de hormona natural en Yarinacocha - Ucayali, desarrollado entre los meses de enero a marzo de 2021, seleccionándose plantas madre productivas, sanas, de buena conformación, de 4 años del caserío de Tushmo - Yarinacocha, donde se obtuvieron las varillas de brotes tiernos para la obtención de esquejes: basal, media y apical de 15 a 20 cm de largo x 0.8 a 1.0 cm de diámetro. Se utilizó en la investigación el diseño completamente al azar (DCA) con seis (6) tratamientos y tres (3) repeticiones, 18 unidades experimentales (T_1 = sin HN, testigo; T_2 = 4 % HN / litro agua; T_3 = 8 % HN / litro agua; T_4 = 12 % HN / litro agua; T_5 = 16 % HN / litro agua; T_6 = 20 % HN / litro agua; cada unidad experimental de 10 plantas, haciendo un total de 180 unidades. Las variables evaluadas fueron: tiempo de emersión de raíces, cantidad de raíces emergidas, tamaño de raíces emergidas, cantidad de hojas emitidas, tamaño de hojas emitidas. Se obtuvieron como resultados: los esquejes enraizaron en un tiempo de 12 días en el T_5 (16 % de HN / litro agua); mayor cantidad de raíces de 26 unidades en el T_5 (16 % de HN / litro agua); mayor tamaño de raíces de 35.67 cm en el T_5 (16 % de HN / litro agua); mayor cantidad de hojas de 34 unidades en el T_5 (16 % de HN / litro agua); mayor tamaño de hojas de 10.67 cm en el T_5 (16 % de HN / litro agua), determinándose que el tratamiento que mejores resultados dio en estas variables fue el T_5 (16 % de HN / litro agua) en relación con los demás tratamientos que fueron de mayor tiempo en el enraizamiento y menor tamaño y cantidad de raíces y hojas. Por consiguiente, la Hormona Natural (HN) de manzana utilizado estimuló el enraizamiento de esquejes de *Citrus aurantifolia* (limón regional), lográndose la propagación de plantas nuevas, sanas y bien conformadas en corto tiempo.

Palabras claves: Esquejes, hormona natural, dosis, brotes tiernos.

[1] Tesista de la carrera profesional de Ingeniería Agroforestal Acuícola – UNIA.

[2] Docente, de la carrera profesional de Ingeniería Agroforestal Acuícola – UNIA.

Evaluation of the rooting of Citrus aurantifolia (regional lemon) with applications of different doses of natural hormone in Yarinacocha - Ucayali

David Santos Paredes[1], Juan Luis Pérez Marín[2]

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the rooting of Citrus aurantifolia (regional lemon) with applications of different doses of natural hormone in Yarinacocha - Ucayali, developed between the months of January to March 2021, selecting productive mother plants, healthy, of good conformation, 4-year-old from the village of Tushmo - Yarinacocha, where the rods of tender shoots were obtained to obtain cuttings: basal, middle and apical 15 to 20 cm long x 0.8 to 1.0 cm in diameter. The completely randomized design (DCA) with six (6) treatments and three (3) repetitions, 18 experimental units (T1 = without HN, control; T2 = 4% HN / liter of water; T3 = 8%) was used in the research. HN / liter water; T4 = 12% HN / liter water; T5 = 16% HN / liter water; T6 = 20% HN / liter water; each experimental unit of 10 plants, making a total of 180 units. The variables evaluated, were: root emergence time, number of emerged roots, size of emerged roots, number of leaves emitted, size of leaves emitted. The following results were obtained: the cuttings rooted in a time of 12 days in T5 (16% of HN / liter of water); greater number of roots of 26 units in T5 (16% of HN / liter of water); greater size of roots of 35.67 cm in T5 (16% of HN / liter of water); greater number of leaves of 34 units in T5 (16% of HN / liter water); larger size of leaves of 10.67 cm in T5 (16% of HN / liter water), determining that the treatment that The best results given in these variables was T5 (16% of HN / liter of water) in relation to the other treatments that were longer in rooting and smaller size and quantity of roots and leaves. Consequently, the Natural Hormone (HN) of the apple used stimulated the rooting of cuttings of Citrus aurantifolia (regional lemon), achieving the propagation of new, healthy and well-shaped plants in a short time.

Keywords: Cuttings, natural hormone, dosage, tender shoots.

[1] Thesis of the professional career of Aquaculture Agroforestry Engineering - UNIA.

[2] Teacher, of the professional career of Aquaculture Agroforestry Engineering - UNIA.

I. INTRODUCCIÓN

La Amazonía Peruana tiene un territorio muy amplio, donde la producción agrícola se concentra en los márgenes de carreteras y ríos, instalándose cultivos de limón regional, mediante la propagación sexual, a través de semilla botánica, convirtiéndose la semilla en el insumo genético más utilizado por los agricultores, con algunas deficiencias de sensibilidad al mayor ataque de enfermedades en su desarrollo y crecimiento, menos productivas, menos años de vida fisiológica, en comparación con las plantas propagadas por vía asexual utilizando esquejes en la propagación de plantas nuevas, considerándose este sistema como la alternativa para las futuras propagaciones de este cultivar (Mamani 2011).

Sin embargo, actualmente la técnica mencionada se convierte en la alternativa de solución a estos problemas en la propagación vegetativa de plantas por vía asexual mediante la utilización de esquejes, esta técnica brinda los medíos alternativos para lograr una propagación de plantas con menores índices de ataques de enfermedades, menor tiempo en el enraizamiento, mayor porcentaje de plantas nuevas, y menores tiempos en el enraizamiento de esquejes, siendo el costo de su instalación / Ha menor en relación a otras técnicas manejadas (Mesen 2015).

Son múltiples las razones y los problemas para que el método de propagación asexual vegetativa pueda funcionar óptimamente al momento de aplicarse la instalación definitiva de plantas nuevas en el campo definitivo, concientizándose en los agricultores el uso paulatino de esquejes, sanos, consistentes, de fácil transporte, resultando de gran importancia económica porque ser más viable y rentable que la reproducción sexual (Melgarejo 2016, López 2018).

Uno de los problemas de gran importancia económica en la propagación de plantas es la semilla botánica, actualmente se está utilizando esquejes a través de la propagación asexual en nuestro medio, porque desde el punto de vista técnico y económico las semillas botánicas son demasiados costososy durante la fase de propagación son más sensibles al ataque de diversas enfermedades tanto a nivel de raíz, tallo, hojas, mayor tiempo en la germinación, razones fundamentales para que un gran número de productores cambiaron la técnica en propagación de sexual a asexual, mediante la utilización de esquejes, obteniéndose plantas nuevas más vigorosas (Vallejos 2015, Mansilla 2015).

En la localidad el empleo de esquejes se ha diversificado e intensificado a nivel regional, instalándose plantas realizadas por propagación asexual con buenos resultados, incrementándose las áreas sembradas, lográndose mayor producción, porque está técnica resultan más prácticos, de fácil propagación, con menores riesgos de sufrir ataques de

enfermedades, y de menor costo de instalación, actividad generalizada especialmente en la propagación de plantas frutales, ornamentales, forestales (Sáenz 2017).

A nivel regional la propagación de plantas utilizando esquejes de las variedades de limón regionalse ha intensificado empleando esquejes vegetativos, de tamaños que oscilan entrelos 15 a 25 cm de largo, y de 0.8 a 1.5 cm de diámetro tanto de la parte basal, media y apical, con resultados satisfactorios, cuyo períodos de enraizamiento oscilan entre 15 a 30 días de puesto los esquejes en el sustrato o tierra propiamente dicha, actividad que se ha intensificado en otras especies frutales y forestales, en donde la propagación sexual es tardía, utilizando más días en la germinación (Sisaro y Hagiwara 2016, Pérez 2019).

La producción de limón regional en la localidad es de 2300 toneladas, la demanda insatisfecha es de 100,000 toneladas, cantidad que tiene que traerse de otros lugares como Lima, Huancayo, Tingo María, Huánuco, San Martín (DRAU 2021). La producción regional es baja y para promover e incentivar en la alimentación diaria esta fruta, debemos de instalar sembríos de plantas nuevas a partir de partes vegetativas (esquejes), para estimular el enraizamientose deben emplear hormonas vegetales (fitohormonas) las cuales contienen dentro su composición un grupo de 17 sustancias orgánicas, las cuales son sintetizadas por las plantas, siendo el uso de este producto de menor riesgo en las actividades fisiológicas de la planta en relacióna los productos químicos que pueden causar daños fisiológicos, siendo menos perjudicial las hormonas naturales, ya que cuanto mayor concentrado resulte la hormona mayor será los beneficios, por tener altas concentraciones de vitaminas, proteínas, auxinas, triptófano, resultando la hormona un producto de mucha potencialidad (Peña 2018, Ortiz 2019).

La propagación de limón regional por semilla botánica tarda entre 15 a 30 días en germinar, lo que tratamos mediante el estudio es realizar la propagación e plantas de esta especie utilizando esquejes, la alternativa de este cambio de sistema es que el enraizamiento se realice en el menor tiempo posible, obteniendo plantas más vigorosas, productivas y tolerantes a plagas y enfermedades, técnica que se refuerza adecuadamente adicionando enraízantes naturales como las hormonas vegetales, que en su mayoría son hormonas vegetales o fitohormonas, en las cuales la emisión radicular emitida es mayor en relación a las hormonas artificiales o sintéticas, reduciéndose el uso de las hormonas sintéticas que durante el desarrollo de la planta acarrean problemas gravespara la formación radicular por el contenido químico en su composición (Osuna *et al*. 2016, Porco 2017).

La hormona natural o enraízantes es un producto que se utiliza en los cultivos para favorecer el crecimiento de las raíces, este producto estimula la raíz haciendola emersión más pronta por la absorción de nutrientes, agua, auxinas, triptófano, siendo el beneficio

principal por el uso de estas hormonas vegetales es que las plantas se desarrollen más fuerte y protegidas de cualquier daño o adversidad natural por la que pueda verse afectada (Pizarro 2017 Miranda 2016).

Las diversas problemáticas que acarrean el uso de semilla botánica que tarda muchos días en la germinación como de otros factores, nos ha llevado a realizar la presente investigación utilizando hormonas naturales para estimular el enraizamiento de esquejes de limón regional en menor tiempo, mayor obtención de mayor cantidad de raíces, mayor tamaño de raíces, mayor cantidad de hojas, mayor tamaño de hojas, para el cual se utilizó esquejes de plantas juveniles de 1 a 1.5 años de edad, a través de los siguientes objetivos: Para el desarrollo

Objetivo general

Determinar el enraizamiento de C*itrus aurantifolia* (limón regional) con aplicaciones de dosis diferentes de hormona natural en Yarinacocha – Ucayali.

Objetivo específicos

Determinar el tiempo de emersión de raíces de *Citrus aurantifolia* (limón regional) con aplicaciones de dosis diferentes de hormona natural en Yarinacocha – Ucayali.

Determinar la cantidad de raíces emergidas de *Citrus aurantifolia* (limón regional) con aplicaciones de dosis diferentes de hormona natural en Yarinacocha – Ucayali.

Determinar el tamaño de raíces emergidas de *Citrus aurantifolia* (limón regional) con aplicaciones de dosis diferentes de hormona natural en Yarinacocha – Ucayali.

Determinar la cantidad de hojas de *Citrus aurantifolia* (limón regional) con aplicaciones de dosis diferentes de hormona natural en Yarinacocha – Ucayali.

Determinar el tamaño de hojas de *Citrus aurantifolia* (limón regional) con aplicaciones de dosis diferentes de hormona natural en Yarinacocha – Ucayali

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

El presente estudio de evaluación del enraizamiento de *Citrus aurantifolia* (limón regional) con aplicaciones de dosis diferentes dosis de hormona natural, utilizado para el enraizamiento de esquejes, utilizando la hormona natural de manzana para estimular el rendimiento, lo desarrollamos a pesar de que existen algunas investigaciones relacionados al uso deesta hormona vegetal en esta especies y otras similares, siendo el problema central la germinación de semillas y esto nos ha motivado a realizar el estudio de la presente investigación sobre el enraizamiento de esquejes mediante la propagación asexual de nuevas plantas de limón regional.

2.1.1. A nivel local

Mansilla (2015), en un estudio realizado sobre selección masaly propagación vegetativa del cedro rosado de la india, con tres tratamientos (T1: 0.2 % de ANA y 0.05 % de AIB; T2: 0.3 % de ANA y 0.06 % de AIB; T3: 0.4 % de ANA y 0.07 % de AIB), obtuvo mejores resultados en el tratamiento 1: 25% de estacas enraizadas en presencia de auxinas, 0.82 promedio de número de raíces, 15.8 mm promedio de longitud de raíces, 0.45 promedio del número de brotes, 20 mm promedio de longitud de brotes y 1.58 promedio del número de callos, en relación con los demás tratamientos que fueron menores.

Puente (2008), manifiesta que en un estudio sobre validación clonal de plantas madre promisorias de *Myrciaria dubia* (HBK. Mc. Vaugh), camucamu arbustivo en cámaras de subirrigación en Ucayali, lograron en 90 días, obtener hasta un 90% de enraizamiento, utilizando estacas con diámetros mayoresa 0.8 cm y 20 cm de largo, aplicando 200 ppm de ANA.

Mathews (2010), consiguió el 90% de enraizamiento en limón regional, utilizando estacas juveniles de posiciones basales con diámetros de 0.8 cm, con tratamientos de ANA a 200 ppm inmerso por 14 horas; sin embargo, el uso de estetipo de material es escaso para lograr objetivos de producción masiva en el campo.

Garate (2010), realizó un estudio sobre técnicas de propagación de estacas, logrando en primer lugar, obtener los principales factores que afectan la propagación vegetativa mediante diversos tipos de estacas; en segundo lugar, el desarrollo de lasprincipales técnicas y los diversos procesos empleados en la propagación vegetativa de especies arbóreas mediante estacas; y finalmente, logrando compilary analizar las principales experiencias en propagación

vegetativa de nueve especies arbóreas nativas de la Amazonía peruana utilizando estacas juveniles, entre ellas limón regional (*Citrus aurantifolia*), camu camu (*Myrciaria dubia* H. B. K. Mc. Vaugh), cacao (*Theobroma cacao* L.), sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.), cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Swietenia macrophylla* King), tornillo (*Cedrelinga cateniformis* Ducke), ishpingo (*Amburana cearensis*), sangre de grado (*Croton lechleri* M).

Mueras (2010), señala que la estaca juvenil de *Cedrelinga cateneformis* (Tornillo), en un estudio realizado encontró que esquejes de la parte media (sección intermedia), instalada en un sustrato de arena fina (0.1 - 0.2 mm) y con 4,000 ppm. de ácido indolbutírico (AIB), obtuvo mejores resultados en porcentaje de enraizamiento de (70%), porcentaje de callos (73%), porcentaje de sobrevivencia (85%), en relación con los demás tratamientos que fueron menores con tipos de estacas apical y basal.

Vidal (2010) , en un estudio realizado con la especie de *Simarouba amara* (marupa),encontró que la dosis de ácido indolbutírico (AIB), de 8,000 ppm y el sustrato perlitaagrícola fueron el tratamiento que más influyó en el porcentaje de enraizamiento (64 %) de estacas juveniles de la parte media, de igual manera se logró mayor porcentaje de callos (70.8%), mayor porcentaje de sobrevivencia (95.2%), número de raíces por estaca de 2.3 y con una longitud de raíz promedio de 29 mm; superando ampliamente a lo obtenido con los tratamientos de esquejes de la parte basal y apical.

Soudre (2010**),** al trabajar con AIB a 4000 ppm en estacas de secciones medias de estacas juveniles de tornillo obtuvo el 70% de enraizamiento a 40 días,un foliolo de 30 cm^2, también demostró que utilizando sustrato de arena fina en cámara de subirrigación pueden obtenerse hasta 4 raíces de 1.1 cm de longitud en promedio. Concluyendo que la juvenibilidad del material es un factor clave en el aumento considerable del enraizamiento de estacas de tornillo.

Inga (2017), realizó un estudio sobre el efecto de diferentes concentraciones de *Cissus verticíllata* (sapo huasca) en el enraizamiento de limón rugoso (*Citrus jambhíri L*). Los resultados obtenidos no fueron satisfactorios y por tanto es posible afirmar que la longitud de las estacas estuvo influenciada en gran manera por la baja proporción de auxinas en las raíces, así como de la posible demora en la emisión debido al aspecto fisiológico de las plantas de donde se recolectaron las estacas (plantas de muchos años).

Atapoma (2016), realizó un estudio donde se mostró la efectividad del extracto de *Cissus verticillata*, en la inducción de raíces y brotes enestacas de camu camu en corto tiempo de exposición. En este estudio se buscó determinar el tiempo óptimo de exposición de las estacas

en el extracto de sapo huasca, obteniendo al final del experimento un gran número de raíces inducidas a los 3 meses, a una concentración del 50% utilizando agua destilada y alcohol de 96°.

2.1.2. A nivel nacional

Morales (2011), realizó un estudio sobre la Influencia del medio del enraíce, edad de estaca y uso de un bioestimulante en la propagación vegetativa del sauco (*Sambucus peruviana* H.B.K.), encontrando que el brotamientofoliar se manifiesta para todos los tratamientos sin diferencia estadística; la formación de callos a los 60 días es mejor cuando el medio de enraíce es el aserrín.El medio de enraíce influye significativamente en el crecimiento y desarrollo de raíces ya sea a los 90, 120 y 150 días de evaluación obteniéndose hasta 8.90 raícesy 15.4 cm de longitud radicular a los 150 días en estacas enterradas en aserrín; así mismo obtuvo 6.48 raíces y 13.22 cm de longitud radicular en estacas de 5 años.

Palma (2017), realizó un estudio sobre la utilización de hormonas enraizadoras en la propagación vegetativa del sauco (*Sambucus peruviana* HBK), observó que los tratamientos de Rooter, Rapid Root, Raizone Plus, presentaron diferencias estadísticas significativas frente al testigo sin enraízador, Mientras para la variable de número y longitud de raíz en los plantones de Sauco no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos y para prendimiento de plantas aptas para el campo definitivo se observó que estadísticamente no hay diferencia significativa entre los tratamientos de Rooter, Rapid Root, y Raizone Plus pero si frente al testigo.

Aquino (2020), realizó un estudio de investigación para determinar el efecto de la aplicación de seis fitohormonas naturales y un sintético (extracto de sauce, extracto de álamo, infusión de canela, extracto de *Rhizobium*; sintético: *Phyllum Max R* y un testigo) en el enraizamiento de dos especies de cantuta (*Cantua buxifolia* y *Cantua tomentosa*); teniendo como variables: número de días a la brotación; porcentaje de prendimiento y enraizamiento. Obtuvo mejor resultado con la hormona *Rhizobium,* lográndose: menor número de días a la brotación de raíces con 50.17 días, frente a los testigos con 78.33 días, mayor número de hojas con 37.89 hojas/estaca, frente a los testigos con 26.61 hojas/estaca, mayor engrosamiento de rebrote con 0.40 cm, frente a los testigos con 0.32 cm, mayor porcentaje de prendimiento de 66.67% frente a los testigos de 50.32 %, mayor altura de rebrote con 18.84 cm, frente a los testigos con 10.69 cm, mayor crecimiento radicular con 23.47 cm, frente a los testigos de 15.11 cm, mayor volumen radicular con 23.89 cm^3, frente a los testigos con 9.78 cm^3.

2.1.3. A nivel internacional

Lucero (2013), realizó una investigación sobre el enraizamiento de esquejes para la producción de plantas de café variedad robusta(*Coffea canephora*), utilizando diferentes tipos de sustratos (aserrín y arena), encontró que el sustrato de aserrín, presentó mortalidad total de esquejes; el sustrato de arena presentó mayor porcentaje de enraizamiento de 83.33%.

López (2008), manifiesta que en una investigación realizadaen la propagación de uchuva (*Physalis peruviana* L.) mediante diferentes tipos de esquejes y sustratos se determinó que con las plantas propagadas por esquejes se cosecharon más rápido, produciendo más frutos que las plantas procedentes de semillas. Indica también que, en la formación de raíces, aún existen muchas controversias con respecto a los factores que en ella influye. La capacidad de enraizamiento depende de las características genéticas del material a propagar, edad del cultivo, suplementos exógenos de reguladores y variación de hormonas endógenas.

Vivanco (2009), menciona que en un estudio sobre la eficacia de tres enraizadores: Bioplus, Hormonagro y Enraizador Universal en la propagación asexual de *Hypericum sp* (hypericum sp.) en diferentes dosis, encontró mejor resultado con el tratamiento 7 (1 g/l de Hormonagro) alcanzando mayor porcentaje de plantas enraizadas de 56.33 % en relación con los demás tratamientos que fueron menores.

Ochoa (2008), encontró en una investigación realizada sobre el enraizamiento de esquejes apicales en madroño (*Arbutus unedo*) mediante reguladores de crecimiento; determinándose que la aplicación del ácido indolbutírico, tuvo un considerable efecto sobre la capacidad de enraizamiento de esquejes apicales de madroño y que la dosis que tuvo el mayor porcentaje de enraizamiento fue con 2000 ppm de AIB.

Pio *et al.* (2005), realizó un trabajo de investigación en estacas de varios híbridos de cítricos, en donde utilizó ácido indolbutírico (AIB) con un tiempo de inmersión para las estacas de 10 minutos. Finalmente se concluyó que el Fitorregulador de crecimiento tuvo un efecto positivo en el enraizamiento de las estacas de los híbridos.

Oliveira *et al*. (2015), evaluó el crecimiento y el enraizamientode 15 patrones de cítricos híbridos de la mandarina sunki, lima rangpur y la naranjatrifoliata, mediante esquejes. Las estacas fueron tratadas con el ácido indolbutirico a 6000 mg L1. Los resultados mostraron que los híbridos respondieron de una forma excelente ya que todos los esquejes enraizaron y el crecimiento de las plantas fue mayor.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. *Citrus aurantifolia* (limón regional)

2.2.1.1. Origen del *Citrus aurantifolia* (limón regional)

El limón regional es nativo de la región indo-malaya. Era desconocido en Europa antes de las Cruzadas y se asume que fueron llevados a África del Norte y el Cercano Oriente por los árabes y después durante las Cruzadasdesde Palestina a la Europa Mediterránea. Posteriormente fue llevado a América, especialmente a lugares de climas tropicales de la Amazonía Peruana, pertenece a la Familia: *Rutaceas*, Género:*Citrus*, Especie: *Aurantifolia* (Varela 2018).

El limón regional, a través de la historia llegó a América, por su rápida producción en climas tropicales y templados como los existentes en la Amazonía Peruana: Loreto, Ucayali y otros como San Martín, Huánuco, Lima, Piura, entre otros, quienes se han convertido en grandes productores, y son los que abastecen los mercados locales, regionales, nacionales, por las bondades como fruta medicinal, culinaria (Cillóniz 2018).



Figura 1. Frutos de limón regional.
Fuente: Soudre 2010.



Figura 2. Parte interna del fruto.
Fuente: Soudre 2010

El origen del limón se suele decir que es desconocido, pero la teoría que parece más probable es que el limón tenga su origen en Assam, una región que se encuentra situada al noreste de la India, donde fue cultivado hace más de 2.500 años, de allí fue traída a América, estableciéndose por la zona tropicales y subtropicales de nuestro territorio, en la localidad es el fruto más preciado en la dieta alimentaria y es conocido como limón regional (Red Agrícola 2019).

2.2.1.2. Generalidades del *Citrus aurantifolia* (limón regional)

El limón es un cítrico que pertenece al género Citrus que tiene un lugar en la familia de las Rutáceas. Esta familia comprende más de 1.600 especies. Este género botánico Citrus es el

más importante y significativo del grupo, y se compone alrededor de unas 20 especies con frutos comestibles (AMPEX 2008).

El limón regional es un cítrico de pulpa suave, jugosa, muy ácido. El fruto es de un tamaño mediano, en la mayoría de los casos es de forma oval o circular, cuya coloración es de verde al desarrollo y amarillo a la maduración, en cuanto a semillas contiene de 4 a 6 unidades, los frutos generalmente están en las partes terminalesde las ramas, su producción es todo el año, la flor es de color blanco y en racimos,es un fruto climatérico, el tallo es leñoso, resistente a cualquier adversidad (Rodríguez 2012).

El tallo es de una corteza delgada, de un tono verde amarillento verdoso, que progresa a un tono amarillo intenso cuando el fruto deja el punto óptimo de maduración. El fruto es en el mesocarpio de un color verde que cambia a amarillo en la maduración, el mesocarpio es de color blanco, amargo, el endocarpio de sabormuy ácido y jugoso, separada por capas delgadas de color blanco. Además de seruna fuente de vitamina C, la medicina popular atribuye propiedades curativas al limón, se dice que actúa como antibiótico natural y como controlador del nivel de colesterol y glucosa y tratamientos de diabetes (Ríos 2010).

2.2.1.3. Clasificación Taxonomía del *Citrus aurantifolia* (limón regional)

Según López (2018), el *Citrus aurantifolia* (Limón regional) deriva de la siguiente taxonomía:

Reino: *Plantae*
División:*Magnoliphyta*
Clase: *Magnoliopsida*
Subclase: *Rosidae*
Orden: *Sapindales*
Familia: *Rutaceae*
Subfamilia:
Citroideae
Tribu: *Citreae*
Género: *Citrus*
Especie: *Aurantifolia*

2.2.1.4. Grupos principales de limoneros en el mundo

CCI (2003), manifiesta que existen cuatro grupos principales de limones en el mundo, organizados por sus nombres científicos:

a. Citrus Limón: más conocido por sus surtidas variedades de Eureka, Lisboa y Génova, con forma elíptica con corteza de grosor mediana o delgada, en su mayor parte lisa, con pocas

semillas y zumo ácido.

b. Citrus lime Latifolia: reconocida por sus variedades Tahití, Persa o Bears, de forma ovalada, redondeada en la base, de poca acidez, empleados generalmente para preparación de bebidas.

c. Citrus lime Aurantifolia: conocida como Sutil o limón regional, Mexicano o Key lime, de aspecto redondo con nivel muy alto de acidez, no es consumido generalmente como fruta fresca, sino como complemento de bebidas y comidas.

d. Citrus lime Limetta: igualmente distinguida por sus surtidas variedades como: Fino, Verna o Lima dulce, con forma alargada, con cierres que terminan en punta, con pocas semillas, y frutos ligeramente ácidos.

2.2.1.5. Propagación vegetativa del *Citrus aurantifolia* (limón regional)

El limón regional es una planta que se propaga por vía sexual haciendo uso de lasemilla botánica, ´con germinación más prolongado que el vegetativo y también se propaga por vía asexual en donde la germinación radicular es más rápida, para el cual se utiliza esquejes o varillas, provistas de yemas y con capacidad de enraizamiento para originar nuevos individuos, los mismos que pueden ser estimulados aplicando hormonas naturales (Mansilla 2015).

La propagación vegetativa es muy utilizada en cítricos como en el Limón regional,debido a que las esquejes tienen la capacidad de propagarse rápidamente cuando se colocan en condiciones favorables para crear nuevos individuos;esta técnica permitiría rápidas ganancias genéticas, ya que se pueden seleccionary reproducir genotipos individuales; además, de capturar ambos componentes tantogenéticos aditivos y no aditivos, para producir masa de población altamente uniformes y productivas, lo cual es más difícil de lograr por vía sexual.(Soudre 2010).

La propagación asexual resulta con más éxito cuando se utiliza esquejes de brotes juveniles, de plantas bien formadas entre 1 a 1.5 años de edad, por que presentan ramas suavessimilares a la consistencia de las plantas herbáceas, haciéndolas más vigorosas y viables, con características que se mantienen igual al de la planta madre durante todo el tiempo de su ciclo de vida, utilizándose para tal fin siempre esquejes juvenilescuando queremos mantener poblaciones uniformes de producción en el campo definitivo con proporciones similares al de la madre (Vallejos 2015).

Garate (2010), manifiesta que: la propagación por estacas o esquejes consiste encortar brotes, ramas o raíces de la planta, las cuales se colocan en una cama enraizadora, con el fin

de lograr la emisión de raíces y formación de brotes en la parte aérea, hasta obtener una nueva planta, además es posible realizarlo con partes de la planta como raíz, tallo, hoja, que es separada de la planta porque estásiendo inducida para que forme raíces.

Vásquez (2011), manifiesta que en la propagación de plantas usando esquejes estas deben de realizarse en época de lluvia para facilitar su prendimiento por la humedad presente en el ambiente; tambiénes importante que las estacas provengan de las ramas y no del tronco principal, las mismas que deben de proceder de plantas juveniles, y utilizarse la parte basal, medial y apical de la varilla seleccionada para tal fin.

2.2.2. Condiciones nutricionales de la planta madre del *Citrus aurantifolia* (limón regional).

La nutrición de la planta madre seleccionada para obtener las varillas de tallos, ejerce una fuerte influencia de inducción posterior en el desarrollo de raíces y tallos de las estacas. Los factores internos, tales como el contenido de auxina, de cofactores de enraizamiento y las reservas de carbohidratos, pueden influir en la iniciación de las raíces de las estacas (Puente 2008).

En cuanto a los requerimientos nutricionales durante el enraizamiento de los esquejes, la aplicación de nutrientes no es necesario durante la fase de inducción,en vista que las estacas utilizan los nutrientes endógenos que se transportados dela madre y se almacenan en los brotes, resultando un proceso importante del buenestado nutricional de la planta madre (Mansilla 2015).

Los esquejes para la reproducción vegetativa debe de obtenerse de plantasjuveniles, varillas de brotes tiernos, siempre de consistencia delgadas, con un diámetro aproximado de 0.7 a 1,0 cm, ya que son más vigorosas por que contienen aun intactas los elementos nutricionales de la planta madre, para poder inducir el enraizamiento enmenor período de tiempo estimulado por la presencia de auxinas, obteniéndose siempre los esquejes de ramas ubicados en la parte basal, media y apical, porque allí se encuentra la mayor inducción en el enraizamiento (Sisaro y Hagiwara 2016).

2.2.3. Utilización de hormonas naturales en el enraizamiento de esquejes

Las hormonas naturales y reguladoras del crecimiento de raíces**:** son compuestosorgánicos distintos de los nutrientes que en pequeñas cantidades estimulan, inhiben o modifican de alguna manera cualquier proceso fisiológico en las plantas; obteniéndose una mejor

circulación fisiológica en la planta motivado por la activación de los compuestos hormonales vegetales, estas hormonas vegetales aceleran al enraizamiento de los brotes utilizados mediante la circulación de las auxinas presentes en ella trasladadas por la planta madre, las hormonas vegetales oenraízantes vegetales son ricos en elementos como el potasio y el fósforo, estos elementos provocan en las plantas el nacimiento de raíces secundarias en abundancia, y por lo tanto se aumenta la capacidad de absorción de agua y nutrientes de las plantas (Vieira de Souza 2007).

El funcionamiento normal de una planta requiere de ciertos mecanismos que le permitan regular y/o coordinar las diferentes actividades de sus células, tejidos y órganos. Al mismo tiempo debe ser capaz de percibir y responder a los cambios del medio ambiente. Entre los posibles mecanismos de regulación, el más conocido es el sistema de mensajeros químicos (señales químicas). Esta comunicación química se establece fundamentalmente a través de hormonas vegetales. Una fitohormona u hormona vegetal se define como una sustancia orgánica, distinta de los nutrientes, activa a muy bajas concentraciones, a veces producida por la misma planta o transferidas de otras, alojadas en los órganos para ser sintetizados (Fichet 2021).

Las hormonas vegetales no tienen efectos específicos, de modo que una misma fitohormona actúa sobre muchos procesos, de la misma forma que sobre un proceso específico pueden actuar varias fitohormonas. Además, una misma hormona tiene diferentes efectos según el momento y el órgano en el cual actúa y como los efectos de las distintas fitohormonas se sobreponen, la regulación que ejercen debe comprenderse desde la perspectiva de una interacción entre los distintos grupos (Red Agrícola 2017).

Los cinco grupos principales de hormonas vegetales y reguladoras del crecimiento de raíces son: las auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido abscísico y etileno; no obstante, los dos primeros son los más usados en la práctica de propagación por estacas, por otro lado también son muy utilizados las hormonas vegetales como lade vinagre de manzana, polvo de canela, fresa, frejoles, arveja, lenteja, garbanzo, trigo, maíz, arroz, coco (Soudre 2010).

2.2.3.1. Las auxinas

Fue la primera hormona vegetal que se descubrió en la planta, intervienen en lasactividades fisiológicas de las plantas, como crecimiento del tallo, formación de lasraíces, inhibición de las yemas laterales, abscisión (perdida de una o más partes de la planta) de hoja, fruto, flores o semilla, activación de las células del cambium,estas sustancias se sintetizan en el ápice caulinar (extremo superior del tallo que contiene el meristemo apical y uno o varios primordios foliares) y son transportadosdesde el ápice de la partes inferiores de la planta (Rojas *et al*. 2004).

La función principal de las auxinas en los esquejes es aumentar el porcentaje de estacas que

forman raíces, acelerar la iniciación de ellas, aumentar el número y calidad de las raíces y mejorar la uniformidad del enraizamiento (Sadhu 2005). Dentro de las hormonas o reguladores de crecimiento del tipo auxina que influyen en el enraizamiento tenemos: el ácido indolacético (AIA), el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido naftalenacético (ANA), utilizándose en un porcentaje entre el 0.2 % al 0.5 %, sin embargo, las dos últimas a menudo son más eficaces cuando se utilizan en combinación, que cualquiera de ambos utilizados porseparado, estos tipos de auxinas inhiben al mayor número de enraizamiento (Red Agrícola 2017).

Las auxinas son un grupo de hormonas vegetales que actúan como reguladoras del crecimiento y desarrollo de las plantas, su función se relaciona con los factores que estimulan el crecimiento vegetal, específicamente la división y la elongación celular de tallos por dirección de la luz y formación de raíces adventicias y secundarias (Ruiz 2009).

Dentro de las auxinas, tenemos a las reguladoras vegetales como el ácido indolacético (AIA), el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido naftalenacético (ANA), sinembargo, las dos primeras son más eficaces cuando se utilizan por combinación, que cuando se utilizan por separado (Saavedra 2007).

La auxina es un regulador vegetal endógeno, que puede ser aplicada de forma exógena, esta sustancia inductora en la formación de la raíz puede ser abundante,escasa o incluso ausente dentro de la planta, de acuerdo con la estaca fisiológica y genética, así como la estación de propagación, por lo tanto, normalmente adoptan el uso de auxinas exógenas, el ácido indolbutírico (AIB) (Abedini 2015).

La auxina que más presente está en las plantas es el ácido indol acético (su contenido es muy variable según la etapa de desarrollo de la planta), el que es degradado rápidamente por los tejidos vegetales (Bortolini 2008).

El movimiento de las auxinas en las plantas es lento, preferentemente basípeto (hacia la base) aunque en las raíces es más común el movimiento hacia los ápices.El enraizamiento depende además de la presencia de un cierto número de cofactores que en combinación con las auxinas permiten el enraizamiento. Estos cofactores pueden ser compuestos fenólicos y materiales nitrogenados y azúcaresproducidos en las hojas y de aquí la importancia de éstas en el enraizamiento (Althaus *et al*. 2007).

2.2.3.2. Las citoquininas

Son hormonas vegetales que intervienen en el crecimiento y diferenciación de las células, diversos materiales naturales y sintéticos como zeatina, kinetina, 6- benciladenina; tienen actividades similares a la citoquinina y se producen en las zonasde crecimiento, como los meristemos en la punta de las raíces y son transportadasvía acropétala (de abajo hacia arriba) (Rojas *et al*. 2004).

Cuando la proporción es alta en auxina y baja en citoquinina, favorece la formaciónde raíces adventicias, en cambio, cuando es baja en auxina y alta en citoquinina sefavorece la formación de brotes. Es por ello que las especies que en su naturalezaposeen altos niveles de citoquinina son más difíciles de enraizar que las que tienenniveles bajos y cuando se aplica citoquininas sintéticas normalmente inhibes la iniciación de raíces; sin embargo, cuando son aplicados en bajas concentracionespromueven la iniciación de raíces (Oliva 2005).

Así mismo podemos afirmar que la auxina más utilizada por su acción rizógena (transporte de las auxinas) es el AIB, sin embargo (ácido indolbutírico), se logran mejores resultados cuando éste se combina con ANA (ácido naftalenacético). Por otra parte, la citoquinina en bajas cantidades favorece el enraizamiento (Rojas *et al.* 2004).

2.2.4. Contenido nutricional de la hormona vegetal de vinagre de manzana

Tabla 1. Contenidos de ácido nutricional de la hormona vegetal de vinagre de manzana.

CONTENIDO POR 100 grs	
ELEMENTOS	**CANTIDAD**
Ácido acético	0.2 %
Ácido málico	0.2 % al 0.4 %

Fuente: Soudre 2010.

2.2.5. Compuesto químico de la hormona vegetal de vinagre de manzana

El vinagre de manzanas contiene una gran fuente de vitaminas A y B. Además, contiene los ácidos más importantes como el ácido acético (0.2 %) y el ácido málico(del 02 % al 0.4 %). Es rico en muchos minerales, cualidades que son muy útiles para llegar a estimular al tejido de la planta la rápida formación de las raíces, las cuales serán usados posteriormente como

plantas nuevas en el campo definitivo, entre estos elementos presentes están el fósforo, taninos, calcio, potasio, magnesio, azufre, sodio, cinc, hierro, flúor, silicio, boro, entre otros (Soudre 2010, Porta 2019).

2.2.6. Composición nutricional de la hormona vegetal del vinagre de manzana

Tabla 2. Composición nutricional de la hormona vegetal del vinagre de manzana

Composición nutricional por 100 gr		
Composición	**Cantidad (gr)**	**Cdr (%)**
Kcalorías	4	0.2 %
Carbohidratos	0.6	0.2 %
Proteínas	0.4	0.8 %
Fibra	0	0 %
Grasas	0	0 %

Fuente: Quispe 2018.

2.2.7. Contenidos químicos presentes en la hormona vegetal del vinagre de manzana

Tabla 3. Contenidos químicos presentes en la hormona vegetal del vinagre de manzana

Minerales	**Cantidad (mg)**	**Cdr (%)**
Sodio	20	1.3 %
Calcio	15	1.3 %
Hierro	0.5	6.3 %
Magnesio	0	0 %
Fósforo	32	4.6 %
Potasio	89	4.5 %

Fuente: Quispe 2018.

III. MÉTODO

3.1. Ubicación y descripción del área de estudio

El presente estudio se realizó en un terreno ubicado en el Centro Poblado Mayor (CPM) de Tushmo de propiedad de la madre del tesista, presenta un suelo areno limoso, suelo apropiado para la siembra de *Citrus aurantifolia* (Limón regional), cuyas coordenadas UTM deubicación son: latitud 8°21´49.3" S y 74° 35´ 58.1 N, a 152 msnm. El estudio se realizó desde Enero a Febrero de 2021. Donde las dos primeras semanas de Enero correspondieron a la elaboración de la hormona natural de manzana y las siguientes semanas de Enero y Febrero a trabajos de ejecución de la investigación.

La temperatura promedio mensual registrado fue de 26.05 °C; precipitación promedio mensual de 318 mm, humedad relativa promedio mensual de 86 %, durante la época lluviosa las unidades experimentales compuesta por plantas de limón se mantuvieron vigorosas. La zona del distrito de Yarinacocha está considerada para vida natural, el diagrama de Holdridge lo considera como Bosque Húmedo Premontano Tropical (bh-PT), fisiográficamente forma parte del paisaje Planicie Aluvial, constituyéndose como subpaisaje de llanura inundable y no inundable, considerado como elemento paisajístico de Terraza Baja, con pendientes menores al 2,0 % (Casas 2014).

Tabla 4. Datos meteorológicos durante la ejecución de la investigación

Datos meteorológicos durante la ejecución de la investigación			
Meses	**Temperatura media mensual (°C)**	**Precipitación media mensual (mm)**	**Humedad relativa media mensual (%)**
Enero	26.1	314	86
Febrero	26.0	322	86
Promedio	**26.05**	**318**	**86**

Fuente: SENAMHI 2021.

3.2. Identificación y descripción del material experimental

Los esquejes de las plantas obtenidas de *Citrus aurantifolia* (limón regional), quese utilizó como material experimental se obtuvo del fundo de la familia del tesista, ubicado en el Centro Poblado Mayor (CPM) de Tushmo, que cuenta con 2 has de limones en producción, de donde se adquirieron las varillas de plantas juveniles, para luego cortarlos en esquejes de 20 cm de largo, con un diámetro de 0.7 a 1.0 cm, seleccionándose plantas juveniles productoras de 1.0 a 1.5 años de edad, plantas sanas, libres de plagas y enfermedades, de buena conformación,

de cada planta seleccionadose obtuvo 30 esquejes tanto de la parte basal, media y apical, utilizándose en total 180 esquejes. Para estimular la formación de raíces de los esquejes en los diferentes tratamientos, utilizamos la hormona vegetal del vinagre de manzana, cuya proporción de las cantidades se hizo en porcentajes de acuerdo con lostratamientos del estudio planteado. La hormona vegetal que utilizamos para el enraizamiento de esquejes fue el vinagre de manzana, aplicándose en el T_2, T_3, T_4, T_5, T_6, la cantidad de 4 %, 8 %. 12 %, 16 %, 20 % de la hormona natural de manzana más 1 litro de agua por tratamiento, remojándose los esquejes en un tiempo de 30 minutos, la parte que va al sustrato antes de ser puestos en las bolsas de vivero. El T_1 actuó como testigo, no se aplicó hormona natural. Las plantas propagadas por este medio asexual serán sembradas a campo definitivo sin pasar por la fase de injerto para conservar el germoplasma original, de plantas criollas.
Fuente: CIAT 1987.

3.3. Procedimiento

3.3.1. Extracción de esquejes

- Las varillas de limón regional fueron recolectaron de una parcela de la localidad del Centro Poblado Mayor (CPM) de Tushmo, seleccionándose plantas madre de buena producción y conformación, sanas, libres de plagas y enfermedades, con frutos maduros, grandes y sanos.
- Se seleccionaron 6 plantas con las características indicadas, 1 planta para cada tratamiento, obteniéndose 30 esquejes de cada planta de 20 cm de largo y de 0.7 a 1.0 cm de diámetro, haciendo un total de 180 esquejes.
- La punta de los esquejes que se depositó en el sustrato fue cortada en forma de bisel y la parte del esqueje que se mantuvo arriba le aplicamos un corte horizontal. Los esquejes fueron cortadas con una tijera podadora.
- Los esquejes obtenidos fueron depositados en un lugar fresco, con sombra natural, de poca incidencia solar, para evitar la pérdida de humedad y deshidratación del esqueje.

Fuente: CIAT 1987.

3.3.2. Tierra negra utilizada para sustrato

- Se utilizó tierra negra para todo el sustrato procedente de restingas bajas, de un lugar con dichos recursos naturales ubicado en el caserío de Tushmo, obteniéndose 200 kilos aproximadamente, las mismas que fueron depositadas en bolsas negras de 4” x 7”para plantas en vivero.
- La tierra negra antes de ser depositado en las bolsas de vivero fue tamizada, para el cual

se preparó un cajón metálico de cocos chicos, de malla simple de 2 mm de diámetro.

- Se construyó un vivero de 6 m de largo x 6 m de ancho, con techo de malla raschely piso de tierra nivelado, se acondicionó seis camas vivero de 1 m de ancho x 2 m de largo, para la puesta de los tratamientos del estudio (30 bolsas por tratamiento x 3 repeticiones, equivalente a 180 muestras en total).
- Las bolsas puestas con tierra negra fueron depositadas en el vivero, con techo demalla raschel, para evitar la alta incidencia de la radiación solar y daños posibles por lluvias fuertes.
- Preparadas las bolsas con el sustrato, los esquejes fueron depositados de acuerdo con los tratamientos del estudio: T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6.
- Las plantas permanecieron en el vivero hasta los 60 días, tiempo en la cual concluyó la fase de campo del estudio. En el estudio no se utilizó fertilizantes durante el manejo de vivero.

Fuente: CIAT 1987.

3.3.3. Aplicación de riego en los sustratos del vivero

- Se aplicó riego todos los días desde el inicio hasta el final de la investigación, ejecutándose dos veces por día: haciendo a primeras horas del día (5 am) y al atardecer (5 pm), a medida que se va ocultando el sol. Se utilizó como protección de la intensidad mallas sombra tipo raschel al 80 % de pase de luz, para mantener la humedad en las bolsas de vivero y pueda la planta crecer y desarrollarse mejor con la aplicación del riego.

Fuente: CIAT 1987.

3.3.4. Elaboración de la hormona natural de manzana

La hormona natural de manzana de acuerdo con las recomendaciones de CIAT (1987), fue elaborado de la siguiente manera:

- Adquisición de 5 manzanas grandes entre 150 a 180 g.
- Lavarse las manzanas para eliminar las impurezas.
- Cortar en pedazos chicos la manzana, sacándole la cáscara y la parte dura del centro del fruto.
- Utilizar 2 litros de agua fresca, limpia.
- Depositar la manzana cortada en un envase de vidrio y depositar 2 litros de agua, remover el contenido.
- Tapar el envase con una tela y amarrarlo durante 8 días.
- Colocar en envase en un lugar que no le alcance los rayos solares.
- Durante ocho días remover el contenido durante unos 5 minutos a primeras horas de la mañana y luego taparlo.
- A los ocho días sacar el preparado y cernir el contenido, de preferencia usando tela suave y

filtrante.

- Licuar el contenido y depositar el preparado de la hormona de manzana en un recipiente de vidrio con tapa hermética para la utilización experimental.
- Así mismo se elaboró la hormona de manzana teniendo en cuenta el manual de microbiología agrícola de Zúñiga (2012), sobre la sanidad e higiene del producto.

3.3.5. Evaluación de las variables

3.3.5.1. Tiempo de emersión de raíces

- Se realizaron seis evaluaciones en los 6 tratamientos.
- La primera evaluación se realizó a los 14 días.
- La segunda evaluación a los 21 días.
- La tercera evaluación a los 28 días.
- La cuarta evaluación a los 35 días.
- La quinta evaluación a los 42 días.
- En cada evaluación se observó la cantidad de días que los esquejes comenzaron a enraizar en los diversos tratamientos.
- A los 42 días se realizó la evaluación final del tiempo de emersión de raíces de los esquejes en los diversos tratamientos.
- En cada tratamiento se utilizó 3 plantas por repetición de acuerdo con el estudio planteado para la evaluación de la variable.
- La evaluación del tiempo se realizó en días de emersión.

Fuente: CIAT 1987.

3.3.5.2. Cantidad de raíces emergidas

- Se realizaron seis evaluaciones en los 6 tratamientos.
- La primera evaluación se realizó a los 14 días.
- La segunda evaluación a los 21 días.
- La tercera evaluación a los 28 días.
- La cuarta evaluación a los 35 días.
- La quinta evaluación a los 42 días.
- En cada evaluación se observó la cantidad de raíces emergidas en los esquejes en los diversos tratamientos.
- A los 42 días se realizó la evaluación final de la cantidad de raíces emergidas de los esquejes en los diversos tratamientos.
- En cada tratamiento se utilizó 3 plantas por repetición de acuerdo con el estudio planteado para la evaluación de la variable.

- La evaluación se realizó haciendo el conteo de raíces emergidas en cada tratamiento.

Fuente: CIAT 1987.

3.3.5.3. Tamaño de raíces emergidas

- Se realizaron seis evaluaciones en los 6 tratamientos.
- La primera evaluación se realizó a los 14 días.
- La segunda evaluación a los 21 días.
- La tercera evaluación a los 28 días.
- La cuarta evaluación a los 35 días.
- La quinta evaluación a los 42 días.
- En cada evaluación se observó el tamaño de raíces emergidas de los esquejes en los diversos tratamientos.
- A los 42 días se realizó la evaluación final del tamaño de raíces emergidas del esqueje en los diversos tratamientos.
- En cada tratamiento se utilizó 3 plantas por repetición de acuerdo con el estudio planteado para la evaluación de la variable.
- La evaluación se realizó midiendo la raíz en toda su extensión utilizando el instrumento de medición llamado vernier, el tamaño se midió en cm.

Fuente: CIAT 1987.

3.3.5.4. Cantidad de hojas emitidas

- Se realizaron seis evaluaciones en los 6 tratamientos.
- La primera evaluación se realizó a los 14 días.
- La segunda evaluación a los 21 días.
- La tercera evaluación a los 28 días.
- La cuarta evaluación a los 35 días.
- La quinta evaluación a los 42 días.
- En cada evaluación se observó la cantidad de hojas emergidas de los esquejes en los diversos tratamientos.
- A los 42 días se realizó la evaluación final de la cantidad de hojas emergidas del esqueje en los diversos tratamientos.
- En cada tratamiento se utilizó 3 plantas por repetición de acuerdo con el estudio planteado para la evaluación de la variable.
- La evaluación se realizó haciendo el conteo de hojas emitidas del esqueje en cada tratamiento del estudio.

Fuente: CIAT 1987.

3.3.5.5. Tamaño de hojas emitidas

- Se realizaron seis evaluaciones en los 6 tratamientos.
- La primera evaluación se realizó a los 14 días.
- La segunda evaluación a los 21 días.
- La tercera evaluación a los 28 días.
- La cuarta evaluación a los 35 días.
- La quinta evaluación a los 42 días.
- En cada evaluación se observó el tamaño de hojas emergidas de los esquejes en los diversos tratamientos.
- A los 42 días se realizó la evaluación final del tamaño de hojas emergidas del esqueje en los diversos tratamientos.
- En cada tratamiento se utilizó 3 plantas por repetición de acuerdo con el estudio planteado para la evaluación de la variable.
- La evaluación del tamaño de hojas se realizó utilizando el vernier, la medición se hizo en cm.

Fuente: CIAT 1987.

3.4. Variables

Tabla 5. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTES				
Dosis de hormona natural	Son compuestos orgánicos producidos por la planta e inoculados en pequeñas cantidades para estimular el enraizamiento (Hartmann *et al*. 1997).	Dosis	T_1= Testigo T_2= 4 % /L Agua T_3= 8 % / L Agua T_4= 12 % /L Agua T_5= 16 % / L Agua T_6= 20 % / L Agua	Observación. Experimental.
DEPENDIENTES				
Enraizamiento	Proceso regenerativo a través del cual se forman raíces, callos y	Tiempo de emersión de raíces	días	Observación.
		Cantidad de raíces emergidas	número	

	el crecimiento longitudinal de raíces (Hartmann *et al.* 1997).	Tamaño de raíces emergidas	cm	Experimental
		Cantidad de hojas emergidas	número	
		Tamaño de hojas emergidas	cm	

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población estuvo conformada por 180 esquejes de *Citrus aurantifolia* (limón regional) proveniente de 6 plantas madre de la localidad (Carmona 2013, Hernández 2014, Carrillo 2015, Toledo 2015).

3.5.2. Muestra

La muestra fue de tipo aleatorio simple o probabilístico, porque todos los individuos han tenido la posibilidad de ser seleccionados como muestra, así mismo porque las muestras fueron manejadas a criterio del investigador (Carmona 2013, Hernández 2014, Carrillo 2015, Toledo 2015).

3.6. Tratamientos

El estudio estuvo conformado por los siguientes tratamientos:

T_1: Testigo – Sin aplicación de Hormona Natural x 3 repeticiones.

T_2: 4 % de Hormona Natural x litro agua x 3 repeticiones.

T_3: 8 % de Hormona Natural x litro de agua x 3 repeticiones.

T_4: 12 % de Hormona Natural x litro de agua x 3 repeticiones.

T_5: 16 % de Hormona Natural x litro de agua x 3 repeticiones.

T_6: 20 % de Hormona Natural x litro de agua x 3 repeticiones.

Tabla 6. Distribución de tratamientos en vivero

Distribución de tratamientos en el vivero					
T_1 Sin Hormona Natural / L agua	**T_2 4 % Hormona Natural / L agua**	**T_3 8 % Hormona Natural / L agua**	**T_4 12 % Hormona Natural / L agua**	**T_5 16 % Hormona Natural / L agua**	**T_6 20 % Hormona Natural / L agua**
T_1R_2	T_2R_3	T_3R_2	T_4R_1	T_5R_2	T_6R_1
T_1R_1	T_2R_1	T_3R_3	T_4R_3	T_5R_3	T_6R_2
T_1R_3	T_2R_2	T_3R_1	T_4R_2	T_5R_1	T_6R_3

Fuente: Elaboración propia.

3.7. Recolección de los datos

3.7.1. Fuentes de información

Se utilizó como fuente de información primaria datos de tesistas de pregrado de la Universidad Nacional Ucayali (UNU), UNAP, UNAS, también de investigaciones realizadas en INIA, IIAP y de informaciones de otras universidades e Instituciones investigativas nacionales e internacionales.

También se utilizó como fuente de información secundaria publicaciones de artículos, revistas científicas, boletines o divulgación científica de fuentes confiables y materiales impresos de conceptos básicos sobre la aplicación de hormona natural en el enraizamiento de esquejes de *Citrus aurantifolia* (limón regional) para la propagación de plantas nuevas.

3.7.2. Unidad experimental y unidad de medición

3.7.2.1. Unidad experimental

La unidad experimental para esta investigación fue un esqueje de *Citrus aurantifolia* (limón regional) obtenidos a partir de plantas madre productoras para la propagación de nuevas plantas.

3.7.2.2. Unidad de medición

Tiempo de emersión de raíces: días emersión

Cantidad de raíces emergidas: número raíces

Tamaño de raíces emergidas: cm
Cantidad de hojas emitidas: número hojas
Tamaño de hojas emitidas: cm

3.7.3. Tipo de muestreo

Se realizó un método de muestreo probabilístico, aleatorio simple, todos los esquejes de *Citrus aurantifolia* (limón regional) tuvieron la misma probabilidad de ser incluida en la muestra al momento de realizar las evaluaciones, asegurando la representatividad de esta.

3.7.4. Técnica e instrumento de recolección de datos

Se desarrolló la observación directa experimental, porque se tuvo contacto con esquejes de *Citrus aurantifolia (*limón regional) con la finalidad de observar y recoger datos cuantitativos, tales como el tiempo de emersión de raíces, cantidad de raíces emitidas, tamaño de raíces emergidas, cantidad de hojas emitidas, tamaño de hojas emitidas.

3.8. Procesamientos de los datos

3.8.1. Diseño estadístico

En el experimento se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con seis (6) tratamientos, tres (3) repeticiones, con 18 unidades experimentales y cada unidad experimental con 10 esquejes de *Citrus aurantifolia* (limón regional), con un total de 180 esquejes.

3.8.2. Modelo matemático

En el trabajo de investigación se utilizó el siguiente modelo matemático: $Y_{ij} = \mu + T + E_{ij}$

Dónde:
Y_{ij} = Cualquier observación en el i- ésimo tratamiento y j- ésimo repetición en estudio. μ = Efecto de la media general.
T_i= Efecto del i-ésimo tratamiento en estudio.
E_{ij} = Error experimental en el i- ésimo tratamiento en estudio.

3.8.3. Análisis estadístico

En el estudio se realizó un análisis estadístico descriptivo utilizando el análisis de varianza que corresponde a un diseño completamente al azar (DCA), al mismo tiempo al existir diferencia significativa entre los tratamientos se sometió a una prueba de promedio de Tukey

(p≤ 0,05) para conocer el efecto significativo de los tratamientos y determinar mediante esta prueba el mejor tratamiento en cada variable del estudio (Hernández 2014, Carmona 2013, Toledo 2015, Carrillo 2015).

IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. Tiempo de emersión de raíces

Tabla 7. Tiempo de emersión de raíces de *Citrus aurantifolia* (limón regional) por tratamiento (días)

Tiempo de emersión de raíces de *Citrus aurantifolia* (limón regional) por tratamiento						
Repeticiones	**Tratamientos (dosis con Hormona Natural de Manzana (HNM)**					
	T_1 Sin HNM	**T_2 4 % HNM /L Agua**	**T_3 8 % HNM /L Agua**	**T_4 12 % HNM / L Agua**	**T_5 16 % HNM /L Agua**	**T_6 20 % HNM /L Agua**
R_1	22	19	16	15	12	15
R_2	20	18	17	16	10	16
R_3	21	20	18	14	14	17
Promedio	**21**	**19**	**17**	**15**	**12**	**16**

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la Tabla 7, que en el T_5 (16 % HNM / L Agua) las raíces emergieron en 12 días, en relación con los demás tratamientos que emergieron en mayor tiempo.

Tabla 8. Estadísticos descriptivos de Tiempo de emersión de raíces

Tratamiento	**N**	**Mínimo**	**Máximo**	**Media**	**Desviación estándar**
T1: Testigo (sin tratamiento hormonal)	30	18	25	21.00	1.800
T2: 4% hormona vegetal/ Lt agua	30	16	22	19.00	1.682
T3: 8% hormona vegetal/ Lt. agua	30	15	20	17.00	1.438
T4:12% hormona vegetal/ Lt agua	30	13	18	15.00	1.390
T5: 16% hormona vegetal/ Lt agua	30	8	15	12.00	2.068
T6: 20% hormona vegetal/ Lt agua	30	13	18	16.00	1.203

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 8, se muestra los promedios del tiempo de emersión de raíces de C*itrus aurantifolia* (limón regional) por tratamiento, siendo el tratamiento 5 (16% hormona natural / lt agua) en la cual las raíces emergieron en menor tiempo (12 días) en relación con los demás tratamientos que emergieron en mayor tiempo. Ver Figura 3.

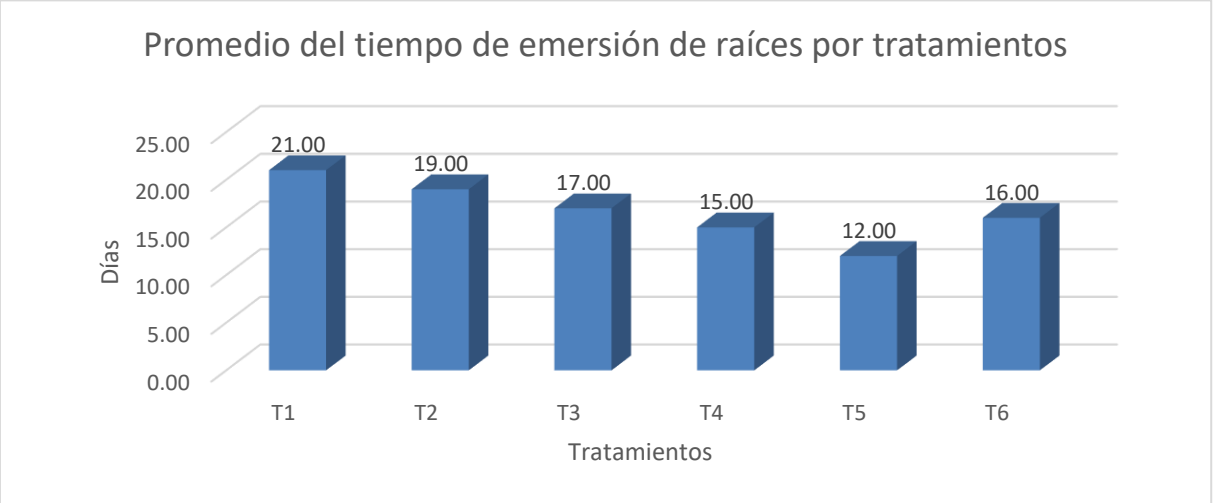


Figura 3. Promedio del tiempo de emisión de raíces por tratamiento

Fuente: Elaboración propia

Prueba de normalidad del tiempo de emersión de raíces

Tabla 9. Pruebas de normalidad de tiempo de emisión de raíces

	Kolmogorov-Smirnov[a]		
Estadístico	**gl**		**Sig.**
.040	180		,200*

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

H_0: El tiempo de emersión de raíces de C*itrus aurantifolia* tiene una distribución normal

H_a: El tiempo de emersión de raíces de C*itrus aurantifolia* no tiene una distribución normal

En la Tabla 9, se muestra la prueba de normalidad de Kolmogorov para el tiempo de emersión de raíces de C*itrus aurantifolia* (limón regional), observándose que cumplen con el supuesto de normalidad.

Tabla 10. Prueba ANOVA del tiempo de emisión de raíces

	Suma de cuadrados	**Gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Entre grupos	1480.000	5	296.000	112.454	.000
Dentro de grupos	458.000	174	2.632		
Total	**1938.000**	**179**			

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 10, se muestra la prueba ANOVA para el tiempo de emersión de raíces de C*itrus aurantifolia* (limón regional), en la cual se observa que existen diferencias significativas entre los tratamientos. Al obtener diferencias significativas, es necesario aplicar la prueba de Tukey para encontrar estas diferencias

Tabla 11. Prueba de Tukey para el tiempo de emisión de raíces

		Subconjunto para alfa = 0.05				
Tratamiento	**N**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
T5: 16% hormona vegetal/ Lt agua	30	12.00				
T4:12% hormona vegetal/ Lt agua	30		15.00			
T6: 20% hormona vegetal/ Lt agua	30		16.00	16.00		
T3: 8% hormona vegetal/ Lt. agua	30			17.00		
T2: 4% hormona vegetal/ Lt agua	30				19.00	
T1: Testigo (sin tratamiento hormonal)	30					21.00
Sig.		1.000	.166	.166	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000.

Fuente: Elaboración propia.

La prueba de Tukey para el tiempo de emersión de raíces de C*itrus aurantifolia* (limón regional), muestra que existen 5 grupos diferentes, donde el testigo (21 días) es diferente al tratamiento 5 (12 días), asimismo en los tratamientos 4 y 6 no existen diferencias significativas entre ellos, sin embargo, estos son diferentes a los tratamientos 3 y 2 (17 y 19 días). Determinándose que el mejor tratamiento fue el T_5 (16 % HNM /L Agua). Ver Tabla 11.

En la Tabla 7, 8, 9, 10, 11 y Figura 3, se pueden observar que en la variable tiempo de emisión de raíces de *Citrus aurantifolia* (limón regional), el T_5 (16 % HNM /L Agua), fue el mejor tratamiento en donde las raíces emergieron en menor tiempo (12 días) con relación a los demás tratamientos en donde las raíces emergieron en más días.

De acuerdo a los datos en la Tabla 7, 8, 9, 10, 11 y Figura 3, podemos observar que el T_5 (16 % HNM / L Agua) resultó ser el mejor tratamiento empleando hormona vegetal de manzana en donde las raíces de los esquejes de *Citrus aurantifolia* (limón regional) emergieron en 12 días en relación con los demás tratamientos que emergieron en más días, este resultado se debe a que el contenido nutricional de la hormona vegetal contiene fósforo y potasio, como también auxina, proteínas, vitaminas, minerales entre ellos calcio, magnesio, hierro y otros, quienes se desplazan a través de los tejidos del esqueje estimulando la emersión de la raíz.

El resultado obtenido es corroborado por Osuna *et al.* (2016), quienes encontraron en estudio realizado en *Citrus aurantifolia* (limón) el enraizamiento de esquejes a 16 días utilizando

hormona vegetal de manzana, así mismo manifiestan que este proceso es por la presencia en su contenido nutricional de la hormona de la presencia de auxinas que funcionan como un producto comercial que es el AIB, también la estimulación es activado por la presencia de elementos esenciales en esta hormona de fósforo, potasio y otros nutrientes muy especial para estimular la aparición de raíces.

También el resultado logrado es corroborado por Strasburger (1994), quien encontró en el enraizamiento de cítricos utilizando esquejes tanto de la parte basal, media y apical el enraizamiento de esquejes en 15 días utilizando fitohormonas vegetales, el resultado logrado manifiesta que se debe a que las auxinas proporcionadas por la hormona vegetal se almacena en los tejidos de la parte basal del esqueje, estimulando el enraizamiento en asociación con la presencia de nutrientes como el fósforo, potasio y otros, acelerando la velocidad del nacimiento de raíces en tiempo corto.

4.2. Cantidad de raíces emergidas

Tabla 12. Cantidad de raíces emergidas de *Citrus aurantifolia* (limón regional) por tratamiento.

Cantidad de raíces emergidas de *Citrus aurantifolia* (limón regional) por tratamiento						
Repeticiones	**Tratamientos (dosis con Hormona Natural de Manzana (HNM)**					
	T_1 Sin HNM	**T_2 4 % HNM /L Agua**	**T_3 8 % HNM /L Agua**	**T_4 12 % HNM / L Agua**	**T_5 16 % HNM /L Agua**	**T_6 20 % HNM /L Agua**
R_1	8	10	14	18	24	19
R_2	6	11	12	19	26	21
R_3	7	9	13	17	28	20
Promedio	**7**	**10**	**13**	**18**	**26**	**20**

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la Tabla 12, que en el T_5 (16 % HNM / L Agua) se obtuvo la mayor cantidad de raíces, 26 raíces en relación con los demás tratamientos que tuvieron menor cantidad de raíces.

Tabla 13. Estadísticos descriptivos de cantidad de raíces emergidas

Tratamiento	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
T1: Testigo (sin tratamiento hormonal)	30	4	9	7.00	1.287
T2: 4% hormona vegetal/ Lt agua	30	7	13	10.00	1.597
T3: 8% hormona vegetal/ Lt. agua	30	10	16	13.00	1.576
T4:12% hormona vegetal/ Lt agua	30	15	21	18.00	1.619
T5:16% hormona vegetal/ Lt agua	30	23	29	26.00	1.983
T6:20% hormona vegetal/ Lt agua	30	17	24	20.00	1.838

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 13, se muestra los promedios de la cantidad de raíces emergidas de C*itrus aurantifolia* (limón regional) por planta, siendo el tratamiento 5 el que obtuvo la mayor cantidad de raíces emergidas (26 raíces), seguido del tratamiento 6 con 20 raíces, siendo el testigo el que tuvo el menor número de raíces (7 raíces). Ver Figura 4.

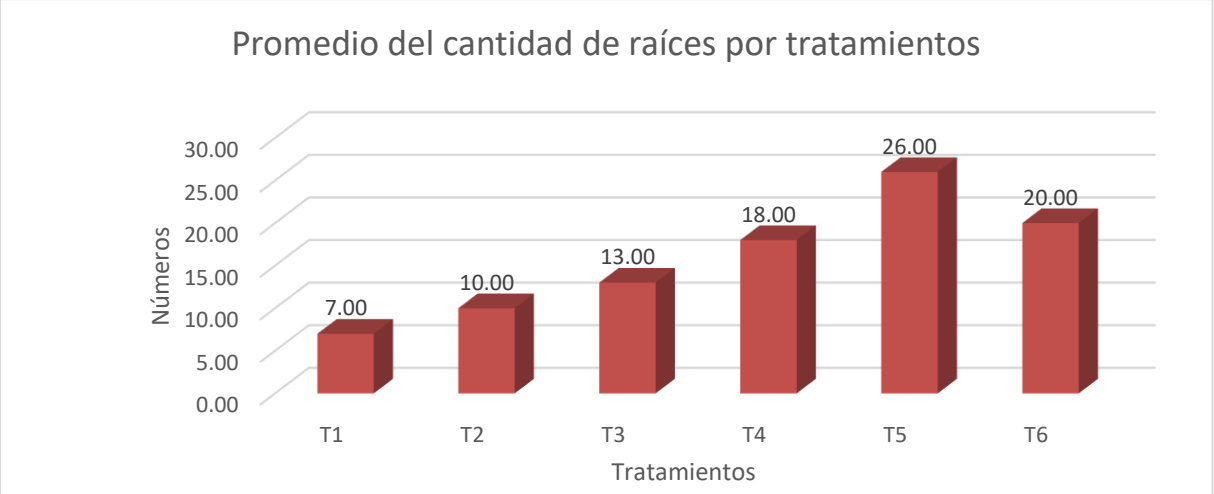


Figura 4: Promedio de cantidad de raíces emergidas
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Pruebas de normalidad de cantidad de raíces

Kolmogorov-Smirnov[a]		
Estadístico	**gl**	**Sig.**
.040	180	,200*

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors
Fuente: Elaboración propia.

Prueba de normalidad para la cantidad de raíces emergidas

H_0: La cantidad de raíces emergidas de C*itrus aurantifolia* (limón regional) tiene una distribución normal

H_a: La cantidad de raíces emergidas de C*itrus aurantifolia* (limón regional) no tiene una distribución normal.

Tabla 15. Prueba de ANOVA de cantidad de raíces emergidas

	Suma de cuadrados	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Entre grupos	7360.000	5	1472.000	531.386	.000
Dentro de grupos	482.000	174	2.770		
Total	**7842.000**	**179**			

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 15, se muestra la prueba ANOVA para la cantidad de raíces emergidas de C*itrus aurantifolia* (limón regional), en la que se observa que existen diferencias significativas entre los tratamientos. Indicando que por lo menos uno de los promedios es diferente.

Tabla 16. Prueba Tukey para la cantidad de raíces

		Subconjunto para alfa = 0.05					
Tratamiento	**N**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
T5: 16% hormona vegetal/ Lt agua	30	26.00					
T6: 20% hormona vegetal/ Lt agua	30		20.00				
T4:12% hormona vegetal/ Lt agua	30			18.00			
T3: 8% hormona vegetal/ Lt. agua	30				13.00		
T2: 4% hormona vegetal/ Lt agua	30					10.00	
T1: Testigo (sin tratamiento hormonal)	30						7.00
Sig.		**1.000**	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**1.000**

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000.

Fuente: Elaboración propia.

La prueba de Tukey de la cantidad de raíces emergidas de C*itrus aurantifolia* muestra 6 grupos diferentes, donde el tratamiento 5 es el que emitió la mayor cantidad de raíces del C*itrus aurantifolia* (limón regional) con respecto al tratamiento 1, con 26 raíces y 7 raíces respectivamente. Por lo tanto, determinamos que el mejor tratamiento fue el T_5 (16 % de hormona natural manzana /L Agua) en relación con los demás tratamientos que fueron menores. Ver Tabla 16.

En la Tabla 12, 13, 14, 15, 16 y Figura 4, se pueden observar que en la variable cantidad de raíces emitidas de *Citrus aurantifolia* (limón regional), el T_5 (16 % HNM /L Agua), fue el mejor tratamiento en donde los esquejes tuvieron mayor enraizamiento de 26 raíces emergidas con relación a los demás tratamientos en donde las raíces emergieron en menor cantidad.

De acuerdo a los datos de la Tabla 12, 13, 14, 15, 16 y Figura 4, podemos observar que el T_5

(16 % HNM / L Agua) resultó ser el mejor tratamiento empleando hormona vegetal de manzana en donde los esquejes de *Citrus aurantifolia* (limón regional) tuvieron la mayor cantidad de emersión de raíces (26 raíces) en relación con los demás tratamientos que emergieron en menora cantidad, este resultado se debe al contenido nutricional de la hormona vegetal que contiene auxina como también fósforo, potasio, magnesio, hierro y otros, elementos muy importantes para estimular el enraizamiento de los esquejes de *Citrus aurantifolia* (limón regional) que se conducen y almacenan en los tejidos diversos de la parte basal del esqueje, favoreciendo el enraizamiento en mayor cantidad.

El resultado encontrado en la investigación lo corrobora Hartmann y Kester (1995), quienes en un estudio sobre enraizamiento de esquejes de cítricos de la variedad limón lograron obtener el mayor enraizamiento de 25 raíces por esqueje utilizando hormona vegetal, manifestando que el resultado se debe al compuesto de la hormona vegetal, que es muy rico en auxinas, fósforo y potasio, hierro y otros elementos, quienes son transportados a la parte basal del esqueje para estimular el mayor enraizamiento de los esquejes a través del xilema almacenándose en los tejidos meristemáticos.

Así mismo Taíz y Zeiger (2006), haciendo un estudio con esquejes de cítricos provenientes de varillas de plantas juveniles lograron obtener la mayor emersión de raíces (24 raíces), debido a que la hormona vegetal es muy rico en auxinas como también de fósforo, potasio, calcio, magnesio, quienes logran estimular el mayor enraizamiento vía el xilema y floema mediante los tejidos meristemáticos.

4.3. Tamaño de raíces emergidas

Tabla 17. Tamaño de raíces emergidas de *Citrus aurantifolia* (limón regional) por tratamiento (cm)

Tamaño de raíces emergidas de *Citrus aurantifolia* (limón regional) por tratamiento						
Repeticiones	**Tratamientos (dosis con Hormona Natural de Manzana (HNM)**					
	T_1 Sin HNM	**T_2 4 % HNM /L Agua**	**T_3 8 % HNM /L Agua**	**T_4 12 % HNM / L Agua**	**T_5 16 % HNM /L Agua**	**T_6 20 % HNM /L Agua**
R_1	12	16	22	24	36	30
R_2	10	14	20	28	32	28
R_3	9	17	17	25	39	27
Promedio	**10.33**	**15.67**	**20.33**	**25.67**	**35.67**	**28.33**

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la Tabla 17, que en el T_5 (16 % HNM / L Agua) se obtuvo el mayor tamaño de raíces de 35.67 cm en relación con los demás tratamientos que tuvieron menor tamaño.

Tabla 18. Estadísticos descriptivos de tamaño de raíces

Tratamiento	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
T1: Testigo (sin tratamiento hormonal)	30	8	14	10.33	1.647
T2: 4% hormona vegetal/ Lt agua	30	12	19	15.67	1.688
T3: 8% hormona vegetal/ Lt. agua	30	17	24	20.33	2.006
T4:12% hormona vegetal/ Lt agua	30	22	30	25.67	2.123
T5: 16% hormona vegetal/ Lt agua	30	28	42	35.67	3.467
T6: 20% hormona vegetal/ Lt agua	30	25	32	28.33	1.863

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 18, se observa los promedios del tamaño de raíces emergidas del C*itrus aurantifolia* (limón regional), siendo el tratamiento 5 (16% de hormono vegetal / lt agua) el que obtuvo mayor tamaño de raíces emergidas (35.67 cm), seguido del tratamiento 6 con 28.33 cm, siendo el testigo el que obtuvo menor tamaño de raíces con 10.33 cm. Ver Figura 05.

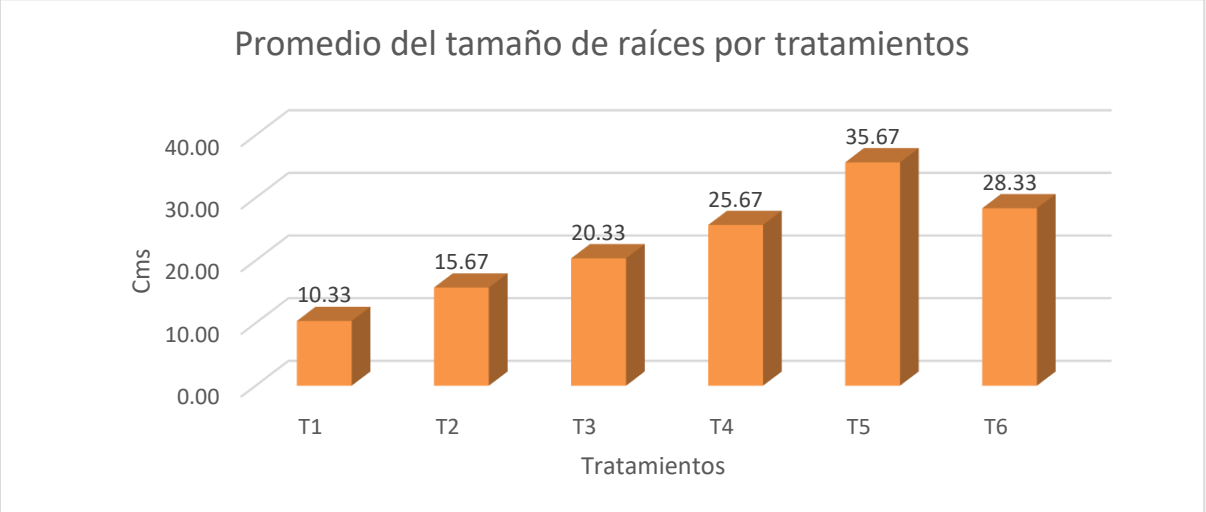


Figura 5. Promedio de tamaño de raíces por tratamiento:

Prueba de normalidad para el tamaño de raíces emergidas

H_0: El tamaño de raíces emergidas del C*itrus aurantifolia* (limón regional) tiene una distribución normal

H_a: El tamaño de raíces del C*itrus aurantifolia* (limón regional) no tiene una distribución normal.

Tabla 19. Pruebas de normalidad de tamaño de raíces

Kolmogorov-Smirnov[a]		
Estadístico	**Gl**	**Sig.**
.036	180	,200*

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

Se aplicó la prueba de normalidad de Kolmogorov al tamaño de las raíces emergidas C*itrus aurantifolia* (limón regional), la misma que cumple con el supuesto de normalidad. Ver Tabla 19.

Tabla 20. Prueba ANOVA del tamaño de raíces

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	12500.000	5	2500.000	506.993	.000
Dentro de grupos	858.000	174	4.931		
Total	**13358.000**	**179**			

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 20, se muestra la prueba ANOVA del tamaño de raíces emergidas del C*itrus aurantifolia, en la que se determina* que existen diferencias significativas entre los tratamientos, lo que indica que al menos uno de los promedios es diferente.

Tabla 21. Prueba Tukey para el tamaño de raíces

		Subconjunto para alfa = 0.05					
Tratamiento	**N**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
T5: 16% hormona vegetal/ Lt agua	30	35.67					
T6: 20% hormona vegetal/ Lt agua	30		28.33				
T4:12% hormona vegetal/ Lt agua	30			25.67			
T3: 8% hormona vegetal/ Lt. agua	30				20.33		
T2: 4% hormona vegetal/ Lt agua	30					15.67	
T1: Testigo (sin tratamiento hormonal)	30						10.67
Sig.		**1.000**	**1.000**	**1.000**	**1.000**	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000.

Fuente: Elaboración propia.

Al encontrarse que existen diferencias significativas se aplicó la prueba de Tukey (Tabla 21), donde se observa 6 grupos diferentes, por lo que se determina que los 6 tratamientos son diferentes, asimismo podemos señalar que el tratamiento 5 (16% hormona vegetal/ lt agua) es el que tiene mayor tamaño de raíces con respecto al tratamiento 1 (testigo) con 35.67 cm y 10.33 cm respectivamente. Por lo tanto, determinamos que el mejor tratamiento fue el T_5 (16 % HNM / L Agua).

En la Tabla 17, 18, 19, 20, 21 y Figura 5, se pueden observar que en la variable tamaño de raíces emitidas de *Citrus aurantifolia* (limón regional), el T_5 (16 % HNM /L Agua), fue el mejor tratamiento en donde los esquejes tuvieron el mayor tamaño de raíces emergidas de 35.67 cm con relación a los demás tratamientos en donde las raíces alcanzaron menor tamaño.

De acuerdo a los datos de la Tabla 17, 18, 19, 20, 21 y Figura 5, podemos observar que el T_5 (16 % HNM / L Agua) resultó ser el mejor tratamiento empleando hormona vegetal de manzana en donde los esquejes de *Citrus aurantifolia* (limón regional) alcanzaron el mayor tamaño de raíz de 35.67 cm en relación con los demás tratamientos que lograron alcanzar menor tamaño, este resultado se debe al contenido de auxina de la hormona vegetal como también del fósforo, potasio, magnesio, hierro y otros, que intervienen en la estimulación de elongación de la raíz en los esquejes de *Citrus aurantifolia* (limón regional) actuando directamente en los tejidos meristemáticos y desplazándose a las células de los tejidos a través del xilema.

El resultado encontrado en la investigación lo corrobora Barbat (2006), quien en un estudio sobre enraizamiento en esquejes de limón sutil logró obtener el mayor tamaño de raíces utilizando hormona de manzana en la dosis de 20 %, alcanzando las raíces un tamaño de 32 cm, el resultado logrado se debe al compuesto nutricional de la hormona vegetal que contiene auxinas como de los elementos fósforo y potasio, así mismo la estimulación aumenta a medida que se incrementa en el suelo el pH, humedad, aireación, porosidad, permitiendo que las raíces se desarrollen alcanzando tamaños mayores.

Así mismo Rojas *et al.* (2004), también corrobora el resultado obtenido, quienes realizando un estudio sobre el enraizamiento de esquejes de cítricos de la parte basal, media y apical utilizando dosis de hormona vegetal de manzana, lograron enraizar el mayor tamaño de raíces de 30 cm con la dosis de 18 % en un tiempo de 60 días, manifestando que el efecto se debe al contenido de auxina de la hormona vegetal quienes interactúan con el fósforo y potasio en la hormona presente estimulando la mayor elongación de raíces.

4.4. Cantidad de hojas emitidas

Tabla 22. Cantidad de hojas emergidas de *Citrus aurantifolia* (limón regional) por tratamiento.

Cantidad de hojas emergidas de *Citrus aurantifolia* (limón regional) por tratamiento						
Repeticiones	**Tratamientos (dosis con Hormona Natural de Manzana (HNM)**					
	T_1 Sin HNM	**T_2 4 % HNM /L Agua**	**T_3 8 % HNM /L Agua**	**T_4 12 % HNM / L Agua**	**T_5 16 % HNM /L Agua**	**T_6 20 % HNM /L Agua**
R_1	10	12	16	21	36	26
R_2	8	11	14	19	32	25
R_3	9	10	18	20	39	24
Promedio	**9**	**11**	**16**	**20**	**34**	**25**

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la Tabla 22, que en el T_5 (16 % HNM / L Agua) se obtuvo la mayor cantidad de hojas, 26 hojas en relación con los demás tratamientos que tuvieron menor cantidad.

Tabla 23. Estadísticos descriptivos de número de hojas

Tratamiento	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
T1: Testigo (sin tratamiento hormonal)	30	6	13	9.00	1.414
T2: 4% hormona vegetal/ Lt agua	30	8	13	11.00	1.438
T3: 8% hormona vegetal/ Lt. agua	30	10	20	16.00	2.244
T4:12% hormona vegetal/ Lt agua	30	17	24	20.00	1.912
T5: 16% hormona vegetal/ Lt agua	30	29	41	35.67	3.188
T6: 20% hormona vegetal/ Lt agua	30	22	28	25.00	1.597

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 23, se observa los promedios de la cantidad de hojas por planta del C*itrus aurantifolia* (limón regional), siendo el tratamiento 5 (16% de hormona vegetal / lt. agua) con mayor número de hojas (36 hojas), seguido del tratamiento 6 (20% de hormona vegetal / lt agua) con 25 hojas, sin embargo, el que obtuvo menor cantidad de hojas fue el testigo con 9 hojas. Lo mismo que se observa en la Figura 6.

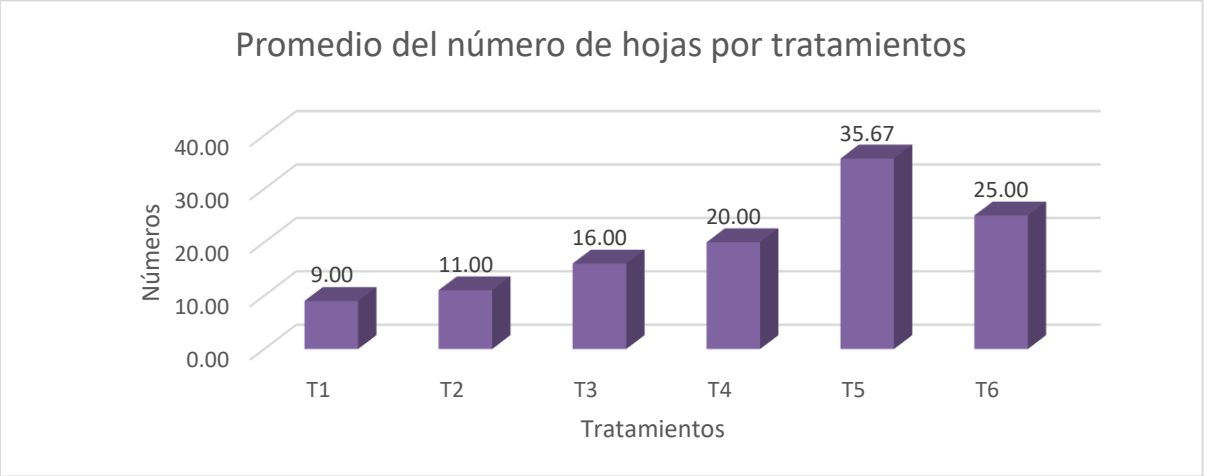


Figura 6: Promedio de número de hojas por tratamiento.

Fuente: Elaboración propia.

Prueba de normalidad para el tamaño de hojas emergidas

H_0: La cantidad de hojas emergidas del C*itrus aurantifolia* (limón regional) tiene una distribución normal

H_a: La cantidad de hojas emergidas del C*itrus aurantifolia* (limón regional) no tiene una distribución normal

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. Pruebas de normalidad de número de hojas

	Kolmogorov-Smirnov[a]		
	Estadístico	**gl**	**Sig.**
NROHOJNOR	.050	180	,200*

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se aplicó la prueba de normalidad de Kolmogorov a la cantidad de hojas emergidas de C*itrus aurantifolia* (limón regional), la misma que cumple con el supuesto de normalidad. Ver Tabla 24.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Prueba ANOVA de Número de hojas

	Suma de cuadrados	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Entre grupos	14597.778	5	2919.556	687.729	.000
Dentro de grupos	738.667	174	4.245		
Total	**15336.444**	**179**			

En la Tabla 25, se muestra la prueba ANOVA de la cantidad de hojas emergidas, en la que se determina que existen diferencias significativas entre los tratamientos, lo que indica que al menos uno de los promedios es diferente.

Tabla 26. Prueba Tukey para el número de hojas

		Subconjunto para alfa = 0.05					
Tratamiento	**N**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
T5: 16% hormona vegetal/ Lt agua	30	35.67					
T6: 20% hormona vegetal/ Lt agua	30		25.00				
T4:12% hormona vegetal/ Lt agua	30			20.00			
T3: 8% hormona vegetal/ Lt. agua	30				16.00		
T2: 4% hormona vegetal/ Lt agua	30					11.00	
T1: Testigo (sin tratamiento hormonal)	30	9.00					9.00
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000.

Fuente: Elaboración propia.

Al encontrarse que existen diferencias significativas se aplicó la prueba de Tukey (Tabla 26) de la cantidad de hojas del *Citrus aurantifolia*, donde se observa 6 grupos diferentes, por lo que se determina que los 6 tratamientos son diferentes, asimismo podemos señalar que el tratamiento 5 (16% hormona vegetal/ lt agua) es el que tiene mayor tamaño de hojas con respecto al tratamiento 1 (testigo) con 35.67 y 9 hojas respectivamente. Por lo tanto, determinamos que el mejor tratamiento en esta variable fue el T_5 (16 % de HNM / L Agua) en relación con los demás tratamientos que fueron menores.

En la Tabla 22, 23, 24, 25, 26 y Figura 6, se pueden observar que en la variable cantidad de hojas emitidas de *Citrus aurantifolia* (limón regional), el T_5 (16 % HNM /L Agua), fue el mejor tratamiento en donde los esquejes tuvieron la mayor cantidad de hojas emergidas de 35.67 con relación a los demás tratamientos que obtuvieron menor cantidad.

De acuerdo a los datos de la Tabla 22, 23, 24, 25, 26 y Figura 6, podemos observar que el T_5 (16 % HNM / L Agua) resultó ser el mejor tratamiento empleando hormona vegetal de manzana en donde los esquejes de *Citrus aurantifolia* (limón regional) alcanzaron la mayor cantidad de hojas de 35.67 en relación con los demás tratamientos que lograron desarrollar menor cantidad, este resultado se debe a la estimulación del fósforo y potasio como contenido de la hormona vegetal, quienes propician el nacimiento de la mayor cantidad de hojas que son beneficiosos para la actividad fotosintética de la planta.

El resultado encontrado en la investigación lo corrobora Ochoa (2008), quien en un estudio de investigación realizada en el enraizamiento de esquejes apicales de cítricos utilizando hormona vegetal logró obtener la mayor cantidad de hojas de 31 utilizando la dosis de 15 % de hormona vegetal de manzana.

También el resultado obtenido es corroborado por Gavilanes (2006) quien logró obtener en un estudio sobre el enraizamiento de esquejes de cítricos utilizando dosis de hormona vegetal aplicados a esquejes basales, obtuvo la mayor cantidad de hojas en la dosis de 18 % de hormona vegetal en 38 días.

4.5. Tamaño de hojas emitidas

Tabla 27. Tamaño de hojas emergidas de *Citrus aurantifolia* (limón regional) por tratamiento (cm)

Tamaño de hojas emergidas de *Citrus aurantifolia* (limón regional) por tratamiento (cm)						
Repeticiones	**Tratamientos (dosis con Hormona Natural de Manzana (HNM)**					
	T_1 Sin HNM	**T_2 4 % HNM /L Agua**	**T_3 8 % HNM /L Agua**	**T_4 12 % HNM / L Agua**	**T_5 16 % HNM /L Agua**	**T_6 20 % HNM /L Agua**
R_1	6	6	8	7	11	8
R_2	4	4	9	8	12	11
R_3	4	7	5	10	9	9
Promedio	**4.67**	**5.67**	**7.33**	**8.33**	**10.67**	**9.33**

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la Tabla 27, que en el T_5 (16 % HNM / L Agua) se obtuvo el mayor tamaño de hojas, de 10.67 cm en relación con los demás tratamientos que tuvieron menor tamaño.

Tabla 28. Estadísticos descriptivos de tamaño de hojas

Tratamiento	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
T1: Testigo (sin tratamiento hormonal)	30	3	7	4.67	1.241
T2: 4% hormona vegetal/ Lt agua	30	3	8	5.60	1.653
T3: 8% hormona vegetal/ Lt. agua	30	4	11	7.33	2.123
T4:12% hormona vegetal/ Lt agua	30	5	14	8.33	2.040
T5: 16% hormona vegetal/ Lt agua	30	7	14	10.67	1.788
T6: 20% hormona vegetal/ Lt agua	30	7	13	9.33	1.749

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 28 se observa los promedios del tamaño de hojas por planta del C*itrus aurantifolia* (limón regional), siendo el tratamiento 5 (16% de hormona vegetal / lt. agua) el que obtuvo mayor tamaño de hojas con 10.67 cm, seguido del tratamiento 6 (20% de hormona vegetal / lt agua) con 9.33 cm, sin embargo, el que obtuvo menor tamaño de hojas fue el testigo con 4.67 hojas. Lo mismo que se observa en la Figura 7.

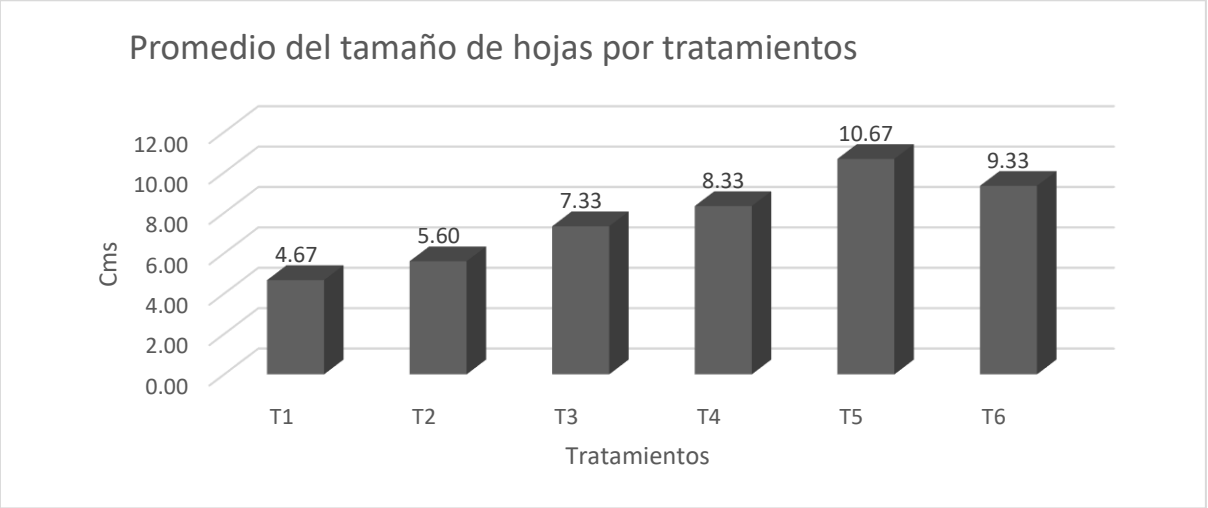


Figura 7: Promedio del tamaño de hojas por tratamiento

F**uente**: Elaboración propia.

Prueba de normalidad para el tamaño de hojas emergidas

H_0: Tamaño de hojas emergidas del C*itrus aurantifolia* (limón regional) tiene una distribución normal

H_a: Tamaño de hojas emergidas del C*itrus aurantifolia* (limón regional) no tiene una distribución normal.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29. Pruebas de normalidad de tamaño de hojas

Kolmogorov-Smirnov[a]		
Estadístico	**Gl**	**Sig.**
.038	180	,200*

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la Tabla 29 se muestra la prueba de normalidad de Kolmogorov del tamaño de hojas emergidas del C*itrus aurantifolia* (limón regional), la misma que cumple con el supuesto de normalidad.

Tabla 30. Prueba ANOVA del Tamaño de hojas

	Suma de cuadrados	**gl**	**Media cuadrática**	**F**	**Sig.**
Entre grupos	768.111	5	153.622	48.030	.000
Dentro de grupos	556.533	174	3.198		
Total	**1324.644**	**179**			

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 30 se muestra la prueba ANOVA, del tamaño de hojas del C*itrus aurantifolia* (limón regional) en la que se determina que existen diferencias significativas entre los tratamientos, lo que indica que al menos uno de los promedios es diferente.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31. Prueba Tukey para el tamaño de hojas

		Subconjunto para alfa = 0.05			
	N	**1**	**2**	**3**	**4**
T5: 16% hormona vegetal/ Lt agua	30	10.67			
T6: 20% hormona vegetal/ Lt agua	30		9.33		
T4:12% hormona vegetal/ Lt agua	30		8.33	8.33	
T3: 8% hormona vegetal/ Lt. agua	30			7.33	
T2: 4% hormona vegetal/ Lt agua	30				5.60
T1: Testigo (sin tratamiento hormonal)	30	4.67			4.67
Sig.		**.335**	**.259**	**.259**	**1.000**

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000.

En la Tabla 31 se muestra la prueba de Tukey, se observan 4 grupos diferentes, teniendo al tratamiento 5 (16% de hormona vegetal /m lt agua) con mayor tamaño de hojas (10.67 cm) con respecto al testigo (4.67 cm), asimismo el tratamiento 3 y 4 (7,33 cm y 8.33 cm) son similares entre sí, pero diferentes a los tratamientos 2 y 6 (5.6 cm y 9.33 cm). Por lo tanto, de

acuerdo con este resultado determinamos que el mejor tratamiento en esta variable fue el T_5 (16% de hormona natural manzana / L Agua).

En la Tabla 27, 28, 29, 30, 31 y Figura 7, se pueden observar que en la variable tamaño de hojas emitidas de *Citrus aurantifolia* (limón regional), el T_5 (16 % HNM /L Agua), fue el mejor tratamiento en donde los esquejes tuvieron el mayor tamaño de hojas emergidas de 10.67 cm con relación a los demás tratamientos que obtuvieron menor tamaño.

De acuerdo a los datos de la Tabla 27, 28, 29, 30, 31 y Figura 7, podemos observar que el T_5 (16 % HNM / L Agua) resultó ser el mejor tratamiento empleando hormona vegetal de manzana en donde los esquejes de *Citrus aurantifolia* (limón regional) alcanzaron el mayor tamaño en hojas de 10.67 cm en relación con los demás tratamientos que lograron desarrollar menor tamaño, este resultado se debe a la estimulación del fósforo y potasio como contenido de la hormona vegetal, quienes propician la estimulación del mayor desarrollo de las hojas al almacenarse en los tejidos celulares tanto del haz y envés.

El resultado obtenido en la investigación es corroborado por Sísaro y Hagiwara (2016), quienes en un estudio de investigación realizada en el enraizamiento de esquejes de cítricos utilizando dosis diversas de hormona vegetal logró obtener el mayor tamaño de hojas de 9.82 cm utilizando la dosis de 20 % de hormona vegetal de manzana.

Así mismo el resultado obtenido en la investigación también es corroborado por Doli y Gibson (2006), quienes realizando estudio sobre el enraizamiento de esquejes medios provenientes de plantas juveniles, utilizando como enraízador la hormona vegetal de manzana en diferentes horas de inmersión, logró obtener el mayor tamaño de hojas de 8.64 cm en dos horas de inmersión de esquejes en hormona vegetal.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo con el análisis de los resultados y objetivos planteados se llegó a las siguientes conclusiones:

- 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.

- Se logró la emersión de 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) en relación con los demás tratamientos que fueron menores.

- Se logró el mayor tamaño de raíces emergidas (35.67 cm) en esquejes de *Citrus aurantifolia* (limón regional) con el T_5 (16 % de hormona natural de manzana / L agua) en relación con los demás tratamientos que fueron menores.

- Se logró la mayor cantidad de hojas emitidas (34 hojas) en esquejes de *Citrus aurantifolia* (limón regional) con el T_5 (16 % de hormona natural de manzana / L agua) en relación con los demás tratamientos que fueron menores.

- Se logró el mayor tamaño de hojas emitidas (10.67 cm) en esquejes de *Citrus aurantifolia* (limón regional) con el T_5 (16 % de hormona natural de manzana / L agua) en relación con los demás tratamientos que fueron menores.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo con las evaluaciones y datos obtenidos se recomienda lo siguiente:

- Se sugiere realizar investigaciones con aplicaciones de hormona natural de manzana para estimular el enraizamiento en otras especies para la propagación de nuevas plantas.

- Se sugiere realizar investigaciones con diferentes tiempos de inmersión de esquejes en hormona natural de manzana para estimular el enraizamiento.

- Se sugiere realizar investigaciones con aplicación de hormona natural de manzana para el enraizamiento de esquejes utilizando la dosis de 16 % de hormona natural manzana / L agua.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Abedini, W. 2015. Propagación vegetativa de *Parkinsonia aculeata* L. por estaquillado. Revista de Ciencias Forestales Quebracho. Agriculture Editions.2da. Ed. Pág. 23 - 33.

Althaus, M; Leal, L; Silveira, F; Zuifellato-Riba K; Fortes, L. 2007. Influencia del ácido naftaleno acético en dos tipos de substrato en enraizamiento de estacas de jasmim-amarelo. Revista Científica Agronomía 3, Pág. 322-326.

AMPEX. 2008. Perfil de mercado de limón (Citrus). Piura.

Atapoma, Q. 2016. Efecto de 5 periodos de inmersión del extracto de sapo huasca (*iDalechampia dioscórea f*) al 50% de concentración en eleriraizamiento de estacas de camu camu (Myrbiaria dubia HBK Mc Vaugh). Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. 97 Pág. Pucallpa. Perú.

Aquino, Y. 2020. Efecto de cuatro fitohormonas naturales y un sintético, en el prendimiento de estacas de dos especies de cantuta (*Cantua boxifolia* y *Cantua tomentosa*) en invernadero Ilave – Puno. Facultad de Ciencias Agrarias. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UniversidadNacional del Altiplano. Ilave. Puno. Perú.

Barbat, A. 2006. Enraizamiento de esquejes. Lima, Perú.

Bortolini, M; Lima, D; Alcantara G; Fanti G; Biasi, L; Quoirin, M; Koehler, H; Zuifellato-Ribas, K.C. 2008. Enraizamiento de estacas de *Ficus benjamina* L.Scientia Agraria, Curitiba, 4: Pág. 539-543.

Casas. J. 2014. Curva de absorción de nutrientes en la biomasa estacional del cultivo de camu camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) en suelos de Yarinacocha (Pucallpa). 1 ed. Tesis de maestría. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 80 p.
Link: http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2344

Carrillo, M. 2015. Población. Lima, Peru.

Carmona, A. 2013. Población. Lima, Peru.

CCI. C. C. 2003. Limas y limones. Inteligencia de Mercados. Colombia. Obtenido de http://www.cci.org.co/cci/cci_x/Sim/Perfil%20de%20Productos/perfil%2018%20Limas%20y%20limones.pdf

CIAT. 1987. Propagación de plantas y uso de hormonas vegetales.

Cillóniz, B. 2018. El limón en el Norte peruano Lima.
https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/biosintesis-de-las-fitohormonas-y-reguladores-de-crecimiento

Doli. J. M, Gibson. J. 2006. Cutting propagation. Bataxia, Illinois.385 p.

DRAU. 2021. Producción de cítricos por esquejes. Pucallpa, Perú.

Fichet, L.T. 2021. Fitohormonas y reguladores del crecimiento vegetal.

Gárate, M. 2010. Técnicas de propagación por estacas. Trabajo monográficopara optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Ucayali. UNU. Pucallpa. Perú. 157 p.

Gavilanes, L. 2006. Empleo de hormonas vegetales estimuladoras del enraizamiento para la propagación vegetativa de cítricos (Citrus aurantifolia) en el Litoral Ecuatoriano. (en línea). Xalapa, MX. p. 9-12 Consultado 21 dic. 2012. Disponible en: http://redalyc.uaemex.mx/pdf/497/49780102.pdf

Hartmann. H y Kester. D. 1995. Propagación de plantas. Principios y prácticas. 4ª ed. Continental. México. 760p.

Hartmann, H; Kester, D; Davis, J; Geneve, R. 1997. Plant propagation: Principles and Practices. 6thEd. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, New Jersey, U.S.A. 770 p.

Hernández, R. 2014. Metodología de la Investigación. México D.F.: McGraw-Hill. Recuperado el 05 de octubre del 2019 de: https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de% 2 0la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf. 2014 Ediciónactualizada.

Inga, K. 2017. Efecto de diferentes concentraciones de Sapo huasca (*Cissus verticíllata*) en el enraizamiento de limón rugoso *(Citrus jambhíri*), Pucallpa. Ucayali. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Pucallpa. Perú.

López, J. 2018. Propuesta de mejora del proceso del cultivo de limón basadosen modelos productivos de rendimiento agrícola en los valles: Alto Piura, San Lorenzo. 2018. Universidad Nacional Piura. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Piura. Perú.

Lucero, D. 2013. Enraizamiento de esquejes para la procedencia de plantas de café variedad robusta (*Cofea canephora*). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Ambato. Ambato. Ecuador.

Mamani, E. 2011. Materia orgánica y producción de abonos orgánicos para laagricultura ecológica. Editorial UNA. Puno. Perú.

Mathews, J. 2010. Comportamiento de estacas de camu camu con Ácido Indolbutírico (AIB) en el enraizamiento de estacas juveniles de *Tabuluia serratifolia* (Tahuari) para la formación de nudos. Rev. Bra. Ftru. Vol.32. 2. pp.522-526. Pucallpa.

Mansilla, D. 2015. Propagación vegetativa mediante estaquillas en especies nativas de los géneros *Mutisia*, *Escallonia* y *Gaulthenia*, como potenciales cultivos ornamentales. Santiago. Chile. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral de Chile.

Melgarejo, J. 2016. Experimentos en fisiología vegetal. Colombia:Charlie´s impresores. Ltda.

Mesen, S. 2015. Bases técnicas para la propagación vegetative de árboles tropicales mediante enraizamiento de estaquillas. Curso. Pucallpa. Perú

Miranda, L. 2016. Propagación asexual de eucalipto (*Eucalytos viminalis*) con enraizador natural (Agua de coco) en la cámara de subirrigación en el centroexperimental de cota. Tesis Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés La Paz. Bolivia.

Morales, M. 2011. Influencia del medio de enraíce, edad de estaca y uso de un bioestimulante en la propagación vegetativa de sauco (*Sambucum Peruvian* HBK), Distrito de Quinua, Huamanga – Ayacucho – Perú. Facultad de Ciencias Agrarias. Tesis para optar el título

de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga. Huamanga. Ayacucho.Perú.

Mueras, L. 2010. Efecto del sustrato, dosis de ácido indolbutírico y características morfológicas en el enraizamiento de estacas juveniles de tornillo (*Cedrelinga catanaeformis Duc)* utilizando propagadores de subirrigación en Pucallpa. Ucayali. Perú . Tesis Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. UNU.

Ochoa, J. 2008. Enraizamiento de esquejes apicales de madroño y cítricos mediante reguladores de crecimiento. (en línea). Tesis Ing. Agr. Madrid, ES. UniversidadPolitécnica de Cartagena. España. 63p. Consultado 5 mar. 2013. Disponible en: http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/1236/1/eea.pdf

Oliva, S. 2004. Efecto de fitorreguladores enraizantes y la temperatura en el enraizamiento de estacas de Myrciaria dubia (HBK) Mc. Vaugh, camu camu arbustivo en Ucayali. Folia Amazónica. 14 (2) p 19-25.

Oliveira, E; Da Silva, M; Loyola, A; Dos Santos, W; Girardi, A. 2015. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento e o crescimento de quinze porta- enxertos de citros propagados por estaquia. Citrus Research & Technology, Cordeirópolis, v.35, n.l, 35-43 Pág. Sao Paulo. Brasil.

Ortiz, C. 2019. Evaluación de tres orgánicos y ácido indolacético (AIA) en esquejes de aguaymanto (*Physolis peruviam Linnaesus*) en Lircay –Anagaraes. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela Profesional Agronomía. Universidad Nacional Huancabelica. Perú.

Osuna. H, Osuna. A, Fierro. A. 2016. Manual de propagación de plantas superiores. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Consultado el 05.12.2019. hora 8.27 pm. Disponible en: http://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido(Libro electrónico). Manual Plantas. pdf.

Palma. A. 2017. Enraizamiento esquejes. Lima, Peru.

Peña, J. 2018. Propagación de plantas valencia. España. 1ra. Edición. Editorial de la Universidad Politecnica de Valencia. España. 183 p.

Pérez, N. 2019. Manual de prácticas de propagación de especies nativas. Consultado el 07.12.2019. Hora 10.02 pm. Disponible en: http.//wwwllibrosabastos.uam.mx/bitstream/handle/123456789/1212/. Manual fr prácticas. pdf. sequence=1= y is allowed=y.

Pio, R; Ramos, J; Gontijo, T; Carrijo, E; Coelhom, J; Alvares, F; y Mendonça, V. 2005. Eiraizamento de estacas dos portaenxertos de citros Flyng Dragon e Trifoliata. Revista Brasileira de Agrociéncia 8 (3): Pág.195-198.

Pizarro, G. 2017. Efecto de la fitohormona Rostone (AIB) y dos enraizadores naturales en estacas de granado (Punica granatum L) en el Distrito de Pacariato. Tesis de Grado. Escuela Profesional Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional

Santiago Anyunez de Mayolo. Huaraz.Perú.

Porco, F. 2017. Producción de plantas en vivero. Flores, Forestales, Frutales yAromáticos. La Paz. Bolivia. 28 p.

Porta, H. 2019. Papel de las hormonas vegetales en regulación de la autofagia en plantas. DOI: 10.22201 (fesz.23958723e.298.0.160.

Puente, L. 2008. Validación clonal de plantas madre promisorias de Myrciaria dubia (HBK, MC. Vaugh) “camu camu arbustiva” en cámaras de subirrigación en Ucayali. Tesis Ingeniero Recursos Naturales Renovables, mensión enForestales. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Universidad NacionalAgraria de la Selva. Perú.

Quispe, D. 2018. Efecto de las hormonas de enraizamiento en esquejes de Alamo (*Populus detoides*) bajo riego por capacidad. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz. Bolivia. 1012 p.

Red Agrícola 2017. Fitohormonas: reguladoras del crecimiento y bioestimulantes. https://www.redagricola.com/cl/fitohormonas-reguladores-de-crecimiento-y-bioestimulantes/

Red Agrícola. 2019. Cítricos. Lima, Perú. https://www.redagricola.com/pe/el-limon-tahiti-conquista-la-selva/

Ríos, D. 2010. Producción de limón peruano. Puno. Perú.

Rodríguez, U. 2012. Manejo integrado del cultivo del limón. Sullana. Piura. Perú.36.

Rojas. S, García. J, Alarcón. M. 2004. Propagación asexual de plantas. Conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas. Edit. Produ medios. Colombia. 56 p.

Ruiz, H. 2009. Efecto de cuatro dosis de ácido endolbutirico y tres tipos de estacas en el enraizamiento de estacas de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L) en San Martín. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional Agraria Selva. Perú. 123 p.

Saavedra, A. 2007. Efecto de tres dosis de Ácido Indolbutírico en la propagaciónesencial del cultivo de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L) en Pucallpa. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UniversidadNacional Ucayali, Perú.

Sáenz, C. 2017. Hiper texto del área de biología: Universidad Nacional deNordeste. Facultad de Agronomía. Argentina.

SENAMHI. 2021. Datos meteorológicos. Yarinacocha, Ucayali.

Sisaro. D, Hagiwara, D. 2016. Propagación por medio de estacas de tallo. Hurlimgham. Buenos Aires. Ediciones INTA. España. 6 p.

Soudre, M. 2010. Informe técnico de Proyecto Desarrollo Tecnológico Apropiado para la propagación vegetativa de especies maderables valiosas enla región de Loreto y Ucayali. (PROVEFOR). Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP) y Fondo para la Inversión. Pucallpa. Convenio N° 013-FINCyT-PIBAP. 2007.

Strasburger. E. 1994. Tratado de botánica. Omega, Barcelona. 1068 pg http://www.iiap.org.pe/Archivos/publicaciones/Publicacion_1679.pdf

Taíz. L, Zeiger. E. 2006. Fisiología Vegetal. Universitat Jaume. 3º Edición.

Toledo, A. 2015. Población. Lima, Perú.

Vallejos, G. 2015. Efecto de longitudes de estacas y niveles de área foliar en el enraizamiento de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L) en cámaras de subirrigación. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto. Perú.

Varela, F.S; Rey, H.Y; Mroginski, L.A. 2018. Guía técnica para la identificación y manejo de plagas y enfermedades en cítricos. Ed. UAT. 428 p.

Vásquez, L. 2011. Propagación vegetativa de "caoba" (*Swietenia macrophylla*)mediante enraizamiento de estacas juveniles en cámaras de sub-irrigación, Pucallpa, Ucayali-Perú. Tesis Ingeniería Forestal- Universidad Nacional Amazonía Peruana. Iquitos. Perú. FCFUNAP. 70 p.

Vidal, F. 2010. Evaluación de cinco dosis de ácido indolbutírico, sustratos y características morfológicas en el enraizamiento de estacas juveniles de *Semarouba amara* (Marupa). Pucallpa- Perú. Tesis Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. UNU. Pucallpa. Perú.

Vieira de Souza, J. 2007. Propagación vegetativa del cacao australiano (*Toonaciliata* M. Roem). por miniestaquilla. Tesis Magister en Producción Vegetal. Universidad del estado del Norte de Fluminense. 54 p. En: http://www.rapve.org.

Vivanco, J. 2009. Evaluación de la eficacia del Bioplus, Hormonagro y Enraizador Universal en la propagación asexual de Hypericum (*Hipericum sp)*.(en línea). Tesis Ing. Agr. Riobamba, EC. Escuela Politécnica de Chimborazo. 135p. Consultado 23 dic. 2012. Disponible en: http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/361/1 /13T0656%20VIVANCO%20Julio.pdf. Chimborazo. Ecuador.

Zúñiga, D. 2012. Manual de microbiología agrícola. Lima. Perú.

VIII. ANEXOS

8.1. Análisis físico químico de sustrato, hormona natural de manzana

8.1.1. Análisis físico químico de la muestra de sustrato utilizado

PERU | Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

inia Instituto Nacional de Innovación Agraria

Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Abonos

Solicitante: David Santos Paredes
Tipo de muestra: Sustrato
Dirección: Jirón Victor Montalvo N° 661
Fecha de muestra: 20 / 01/ 2021
Fecha de emisión de resultados: 24/01/2021

Tipo de Análisis: Macroelementos
Colector: El Solicitante
Procedencia: UNIA - CAMPUS
Código de Laboratorio: SU 00004-EEAP-2021

RESULTADOS DE ANÁLISIS

N °	Código	N %	P %	K %	Mg %	Ca %	pH H_2O
1	Tierra negra 100 %	1.09	0,08	0.07	0.09	1.32	7.47

Materia orgánica N1 20.47 % Conductibilidad eléctrica N1 0.57 ds/m

Metodología

K, Ca, Mg, P : Digestión Vía Seca
K, Ca, Mg : Método del EEA
N : Método Kjeldahl
pH : Muestra / agua 1.20
MO : Método de calcinación (550 °C)
P : Colorimetría (método de meta varia dato de color amarillo)



Carretera Federico Basadre Km 4.20
T. (051) 421571913
email: pacolopez@inia.gob.pe
www.inia.gob.pe
www.minagri.gob.pe

EL PERÚ PRIMERO

8.1.2. Análisis físico químico y microbiológico de la hormona de manzana utilizado

Natura Analítica

Natura Analítica SAC
RUC: 20600103661
SECCIÓN II:
ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

CERTIFICADO DE ANÁLISIS Nº 2021-01-03

SOLICITANTE	DAVID SANTOS PAREDES
DNI	48435938
MUESTRA	HORMONA NATURAL DE MANZANA (TIPO AUXINA)
FORMA Y PRESENTACIÓN	01 frasco de plástico con tapa hermética
CANTIDAD RECIBIDA	01 litro aproximadamente
CODIGO DE MUESTRA	21-01-03
ANALISTA RESPONSABLE	Blgo. Alcides Castillo Q
FECHA DE INGRESO	21.01.01
COLECTOR	CLIENTE
ANÁLISIS SOLICITADO	ANALISIS FISICO QUÍMIMICO Y MICROBIOLÓGICO
FECHA INICIO DE ENSAYO	21.01.05
FECHA TERMINO DE ENSAYO	21.01.16
FECHA EMISIÓN DE RESULTADOS	21.01.16

RESULTADOS

ANÁLISIS FISICO QUÍMICO

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADOS
Físico sensorial	-	Organoléptico	Olor y sabor característico a bebida fermentada de manzana. Color caramelo intenso
Ph	-	Potenciómetro	2.91
Acidez titulable	% Ácido Málico	Ti trimétrico	0.3
Acidez titulable	% ácido Acético	Ti trimétrico	0.2
Solidos solubles	°Brix	Refracto métrico	6.37
Ceniza	% m/v	Calcinación	0.09
Densidad Aparente	g/ml a 21.5 °C	Gravimétrico	1.0268
Sólidos Totales	% m/v	Gravimétrico	6.92
Proteína Total	% m/v	Keldahl	0.9
Aceites y Grasas	mg/l	Extracción por solvente	25.2
Sodio	% m/v	Método del EAA	1.7
Calcio	% m/v	Método del EAA	1.8
Hierro	% m/v	Método del EAA	6.5
Magnesio	% m/v	Método del EAA	0.18
Fósforo	% m/v	Método del EAA	4.9
potasio	% m/v	Método del EAA	4.8

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADOS
Aerobios Mesófilos Viables	UFC/ml	Recuento en placa	1.18 x 104
Mohos y Levaduras	UFC/ml	Recuento en placa	0
Coliformes	UFC/ml	Recuento en placa	0

Jr. Ramón Castilla Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060 E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com

Natura Analítica

GERENCIA TÉCNICA Natura Analítica S.A.C.

8.2. Iconografía del desarrollo de la investigación en etapa inicial

8.2.1. Etapas iniciales de campo



Figura 8. Recopilación de tierra negra.



Figura 9. Llenado de tierra negra bolsas vivero.



Figura 10. Recolección de varillas limón regional.



Figura 11. Corte de las varillas en esquejes.

8.2.2. Aplicación de hormona natural de manzana al esqueje de *Citrus aurantifolia*



Figura 12. Tratamientos para la inducción de hormona vegetal.



Figura 13. Inducción de hormona vegetal al T_2



Figura 14. Inducción de hormona vegetal Al T_3

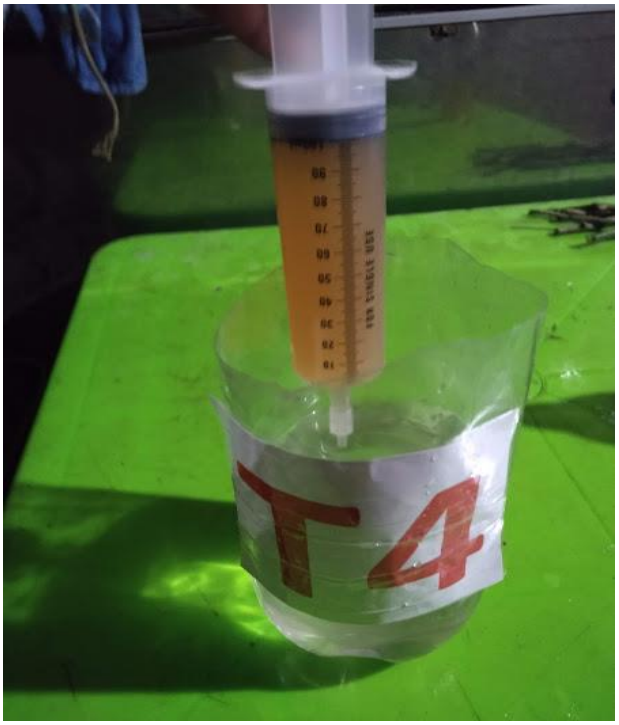


Figura 15. Inducción de hormona vegetal al T_4



Figura 16. Inducción con hormona vegetal al T_5



Figura 17. Inducción con hormona vegetal al T_6.

8.2.3. Esquejes inmersos en el contenido de hormona vegetal



Figura 18. Inducción con hormona vegetal a los tratamientos

8.2.4. Distribución de los tratamientos en vivero



Figura 19. Distribución de los tratamientos en el vivero.

8.**2.5. Muestras de los diversos tratamientos del estudio**



Figura 20. Muestra de las plantas reproducidas por tratamientos.

8.2.6. Muestras de plantas de *Citrus aurantifolia* (limón regional) por tratamiento



Figura 21. Muestra del T_1



Figura 22. Muestra del T_2



Figura 23. Muestra del T_3



Figura 24. Muestra del T_4



Figura 25. Muestra del T_5



Figura 26. Muestra del T_6

8.2.7. Muestras de raíces para evaluación de los tratamientos



Figura 27. Evaluación de la raíz en los diversos tratamientos.



Figura 28. Medición de raíces en los diversos tratamientos



Figura 29. Investigador en plena evaluación de raíces.



Figura 30. Evaluación de hojas en los diversos tratamientos.



Figura 31. Investigador evaluando hojas y raíces.