

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Ingeniería Agronómica

Evaluación del efecto de dos hormonas en el enraizamiento de esquejes de cuatro especies del género *Passiflora* presentes en las estribaciones del bosque Andino, Azuay


Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo

Autor:

Daniel Armando Bautista Morocho

Director:

Paulina Germania Villena Ochoa

ORCID:  0000-0002-3444-617X

Cuenca, Ecuador

2024-01-09

Resumen

El género *Passiflora* presenta una variabilidad representativa de especies dentro del callejón interandino, sin embargo, la dificultad de propagación y la poca disponibilidad de estudios, han provocado un desinterés por este género; En esta investigación se plantearon los siguientes objetivos: 1) Evaluar el efecto de distintas concentraciones de 2 hormonas en el enraizamiento de estacas de 4 especies de *Passifloras* identificadas en las estribaciones del bosque Andino de las parroquias de Chumblin y San Gerardo. 2) Evaluar el efecto de dos hormonas, ácido naftalenacético (ANA) y ácido Indol butírico (AIB) sobre el enraizamiento de estacas en condiciones de campo, en 4 especies, (*Passiflora ampullaceae*, *Passiflora manicata*, *Passiflora tripartita*, *Passiflora ligularis*). 3) Evaluar tres dosis de concentración de ANA (100, 200 y 300 ppm) y AIB (250, 500 y 750 ppm), para el enraizamiento de esquejes de 4 especies de *Passifloras*. Se realizó un experimento independiente, cada uno se desarrolló con un diseño completamente al azar con 7 tratamientos y 8 repeticiones. Los resultados mostraron que, para el número de estacas vivas, *P. ampullaceae*, presentó un porcentaje de sobrevivencia del 50% en (500 y 750 ppm) de AIB, en el número de yemas, se presentó diferencias en *P. manicata*, siendo ANA (200 ppm) el mejor tratamiento; para el número de raíces, AIB en (500 y 750 ppm) presentaron categorías de abundante y regular, para longitud de raíz, se alcanzaron valores de 2.8 cm al uso de ANA (100 ppm). Con el presente trabajo se concluye que cada especie responde de manera diferente a los tratamientos.

Palabras clave: hormonas, *Passiflora*, ácido naftalenacético, ácido indolbutírico

Abstract

The *Passiflora* genus presents a representative variability of species within the inter-Andean alley, however, the difficulty of propagation and the limited availability of studies, have caused a lack of interest in this genus; In this research the following objectives were proposed: 1) To evaluate the effect of different concentrations of 2 hormones on the rooting of cuttings of 4 species of *Passiflora* identified in the foothills of the Andean forest of the parishes of Chumblin and San Gerardo. 2) To evaluate the effect of two hormones, naphthaleneacetic acid (NAA) and indole butyric acid (IBA) on the rooting of cuttings in field conditions in four species (*Passiflora ampullaceae*, *Passiflora manicata*, *Passiflora tripartita*, *Passiflora ligularis*). 3) To evaluate three concentration doses of ANA (100, 200 and 300 ppm) and AIB (250, 500 and 750 ppm), for rooting cuttings of 4 species of *Passifloras*. An independent experiment was carried out, each one was developed with a completely randomized design with 7 treatments and 8 replicates. The results showed that, for the number of live cuttings, *P. ampullaceae*, presented a survival percentage of 50% in (500 and 750 ppm) of AIB, in the number of buds, differences were presented in *P. manicata*, being ANA (200 ppm) the best treatment; for the number of roots, AIB in (500 and 750 ppm) presented categories of abundant and regular, for root length, values of 2.8 cm were reached with the use of ANA (100 ppm). The present work concludes that each species responds differently to the treatments.

Keywords: hormones, *Passiflora*, naphthaleneacetic acid, indolbutyric acid

Índice de contenido

Introducción	11
Objetivos.....	13
2.1. Objetivo general del proyecto	13
2.2. Objetivos específicos	13
Hipótesis.....	14
Revisión de literatura	15
4.1. Diversidad de especies de <i>Passifloras</i> en sistemas ecológicos naturales.....	15
4.2. Características del género <i>Passifloraceae</i>	16
4.3. Descripción botánica del género <i>Passiflora</i>	16
4.4. Métodos de propagación en el género <i>Passiflora</i>	17
4.5. Propagación sexual y su realidad	18
4.6. Propagación asexual en el género <i>Passiflora</i>	19
4.6.1. Reproducción por estacas o esquejes en el género <i>Passiflora</i>	20
4.7. Uso de bioestimulantes o hormonas para el enraizamiento de especies en el género <i>Passifloraceae</i>	21
Metodología.....	23
5.1. Zona de estudio.....	23
5.2. Recolección de material vegetal para reproducción por estacas.....	23
5.2.1. Características para el corte de estacas:	24
5.3. Transporte del material	24
5.4. Desinfección de sustrato y macetas.....	24
5.5. Preparación de estacas	25
5.6. Desinfección de estacas	25
5.7. Fase de siembra y enraizamiento	25
5.8. Enraizantes y dosis usadas en el trabajo de investigación.....	26
5.9. Análisis estadístico	26
5.9.1. Las variables de respuesta	28

Resultados y discusión	29
6.1. <i>Passiflora ampullacea</i>	29
6.1.1. Variable 1: Número de plantas vivas.....	31
6.1.2. Variable 2: Número de yemas vivas.....	32
6.2. <i>Passiflora tripartita</i>	38
6.2.1. Variable 1: Número de plantas vivas.....	40
6.2.2. Variable 2: Número de yemas vivas.....	41
6.2.3. Variable 3: Número de raíces	43
6.2.4. Variable 4: Longitud de raíces	45
6.3. <i>Passiflora manicata</i>	47
6.3.1. Variable 1: Número de plantas vivas.....	48
6.3.2. Variable 3: Número de raíces	51
6.3.3. Variable 4: Longitud de raíces	54
6.4. <i>Passiflora ligularis</i>	55
7. Discusión	55
Conclusiones	59
Recomendaciones	60
Referencias.....	61
Anexos.....	68

Índice de figuras

Figura 1. Variedad de hojas del género <i>Passiflora</i>	17
Figura 2. Diversidad floral del género <i>Passiflora</i>	17
Figura 3. Distribución de tratamientos (DCA) y repeticiones para 4 especies de <i>Passifloras</i> sometidas a 7 tratamientos de diferentes concentraciones de 2 hormonas en reproducción asexual por estacas.	28
Figura 4 Efecto de 7 tratamientos en estacas de <i>Passiflora ampullaceae</i>	30
Figura 5. Gráfico de barras para la variable número de plantas vivas.	32
Figura 6. Número de yemas vivas y promedio por tratamiento a los 90 días en las estacas de <i>Passiflora ampullaceae</i> , con la utilización de dos tipos de hormonas (ANA e IBA).	33
Figura 7. Desarrollo de yemas en la especie <i>Passiflora ampullaceae</i>	34
Figura 8. Categorías para la determinación del número de raíces por estaca.	34
Figura 9. Promedio del número de raíces por cada tratamiento	35
Figura 10. Gráfico de interacción entre tratamientos y abundancia de raíces.....	36
Figura 11. Promedio longitud de raíz por cada tratamiento.	37
Figura 12. Efecto de 7 tratamientos en estacas de <i>Passiflora tripartita</i>	39
Figura 13. Número de plantas vivas a los 90 días de las estacas de <i>Passiflora tripartita</i> , al enraizamiento con la utilización de dos tipos de hormonas (ANA e IBA).....	41
Figura 14. Número de yemas vivas y promedio por tratamiento a los 90 días en las estacas de <i>Passiflora tripartita</i> , con la utilización de dos tipos de hormonas (ANA e IBA).....	42
Figura 15. Desarrollo de yemas al contacto con ANA e IBA, se muestra el efecto del uso de hormonas en la parte vegetativa aerea, (A) estacas en contacto con ANA y (B) estacas en contacto con IBA a los 90 días.	43
Figura 16. Promedio del número de raíces por cada tratamiento.	44
Figura 17. Gráfico de interacción entre tratamientos y abundancia de raíces.....	45
Figura 18. Longitud de raíz por cada tratamiento.	46
Figura 19. Gráfico de barras para la variable número de plantas vivas.	49
Figura 20. Número de plantas vivas a los 90 días de las estacas de <i>Passiflora manicata</i> , al enraizamiento con la utilización de dos tipos de hormonas (ANA e IBA).....	49
Figura 21. Número de yemas vivas y promedio por tratamiento a los 90 días en las estacas de <i>Passiflora manicata</i> , con la utilización de dos tipos de hormonas (ANA e IBA).	51
Figura 22. Promedio del número de raíces por cada tratamiento.	52
Figura 23. Gráfico de interacción entre tratamientos y abundancia de raíces.....	53
Figura 24. Longitud de raíz por cada tratamiento.	54

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Ubicación de las especies a recolectar</i>	23
Tabla 2. Materiales para desinfección y establecimiento de estacas en condiciones de campo.	25
Tabla 3. Descripción de tratamientos.	26
Tabla 4. Prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas para las diferentes variables evaluadas en el presente ensayo.....	30
Tabla 5. Análisis de la varianza para número de plantas vivas.	31
Tabla 6. Análisis de la varianza para la variable número de yemas vivas.	32
Tabla 7. Análisis de la varianza para la variable número raíces.	34
Tabla 8. Análisis de la varianza anova de dos factores para abundancia de raíces.	35
Tabla 9. Análisis de la varianza para la variable longitud de raíces.....	36
Tabla 10. Longitud alcanzada por cada tratamiento.....	37
Tabla 11. Prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas para las diferentes variables evaluadas en el presente ensayo.....	39
Tabla 12. Análisis de la varianza para número de plantas vivas.	40
Tabla 13. Análisis de la varianza para la variable número de yemas vivas.	41
Tabla 14. Análisis de la varianza para la variable número raíces.	43
Tabla 15. Análisis de la varianza anova de dos factores para abundancia de raíces.	44
Tabla 16. Análisis de la varianza para la variable longitud de raíces.....	45
Tabla 17. Longitud alcanzada por cada tratamiento.....	46
Tabla 18. Prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas para las diferentes variables evaluadas en el presente ensayo.....	47
Tabla 19. Análisis de la varianza para número de plantas vivas.	48
Tabla 20. Análisis de la varianza para la variable número de yemas vivas.	50
Tabla 21. Análisis de diferencias para la variable número de yemas vivas.	50
Tabla 22. Análisis de la varianza para la variable número raíces.	51
Tabla 23. Análisis de la varianza para la variable número raíces.	51
Tabla 24. Análisis de la varianza anova de dos factores para abundancia de raíces.	53
Tabla 25. Longitud alcanzada por cada tratamiento.....	54

Índice de anexos

Anexo A. Recolección de muestras.....	68
Anexo B. Preparación y desinfección de sustrato	68
Anexo C. Estructuración de bloques y llenado de fundas.....	69
Anexo D. Preparación de Hormonas.....	69
Anexo E. Preparación y desinfección de esquejes.....	70
Anexo F. Aplicación de ANA y AIB.....	70
Anexo G. Siembra de esquejes.....	71
Anexo H. Monitoreo y toma de datos	72
Anexo I. Levantamiento del Proyecto y toma final de datos	73
Anexo J. Resultados	74
Anexo K. Matriz toma de datos	75

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios porque a pesar de los múltiples retos me ha permitido finalizar esta etapa de mi vida.

La presente investigación no hubiese sido posible sin la disposición y apoyo del personal técnico y de campo de la empresa Dundee Precious Metals, en especial del Ing. Carlos Criollo, del Blgo. Ramiro Jiménez y del Ing. Vicente Jaramillo, un especial agradecimiento por permitirme aprender de su valioso conocimiento y ayudarme en mi construcción personal y profesional, de igual manera al personal de campo, de quienes me llevo lecciones que me ayudarán en la vida.

A su vez un agradecimiento especial a la Ing. Kathrine Guzmán y mi tutora Ing. Paulina Villena por la confianza y apoyo y sobre todo paciencia a lo largo de esta investigación, quienes han sido guías y ejemplo en mi etapa universitaria, así mismo al Ing. Walter Larriva, Blga. Denisse Peña y Ing. Eduardo Chica PhD, por su valioso aporte y apoyo en esta investigación, mi más sincera admiración hacia cada uno de ellos.

Este logro también pertenece a mi familia, gracias a su apoyo incondicional, y por impulsarme a cumplir con mis metas profesionales y brindarme el apoyo a lo largo de todo este camino recorrido.

A mis compañeros, Ing. Washington Arias y a la Arq. Marisol Paca por apoyarme e impulsarme a terminar esta etapa de mi vida.

El agradecimiento eterno a Facultad de Ciencias Agropecuarias, por todas las enseñanzas tanto personales como académicas, a todo su personal técnico y a cada uno de los docentes por compartir su conocimiento y ayudarnos a no solo ser buenos profesionales, sino a ser buenos seres humanos.

Dedicatoria

A mi madre, Sra. Rosa Bautista quien con su esfuerzo, trabajo y educación me han permitido llegar a cumplir hoy una meta más, inculcando en mí, valores y educándome desde pequeño. A mi hermana por su apoyo desde pequeño, a mis hermanos y familia. A mis seres cercanos que, con su guía, formaron de mí una gran persona ya que han estado junto a mí en todos mis sueños y metas. Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis compañeros, profesores y amigos por apoyarme y formar el profesional que soy.

Introducción

La familia *Passifloraceae* pertenece al grupo de las familias más grandes que se puede ubicar a lo largo del Neotrópico y de las regiones andinas, por su amplia diversidad y adaptación en diferentes pisos altitudinales, podemos identificar a esta familia en las cuatro regiones del Ecuador; exceptuando las zonas de páramo (Meng et al., 2021), esta familia se ha distribuido a lo largo del callejón interandino con un total de 98 especies identificadas y subdivididas en 3 grandes subgrupos: *Dilkea*, *Ancistrothyrsus* y *Passiflora*, siendo el último el más grande dentro del Ecuador, con un total de 94 especies nativas y 34 endémicas, todas caracterizadas por sus populares y exóticos frutos (León-Yáñez et al., 2017).

Pese a ser muy amplia la diversidad del género *Passiflora*, todas las especies presentan dificultades al momento de su reproducción, obligando a los productores e investigadores a buscar nuevas alternativas que permitan conservar las características agronómicas deseadas y fomentar la productividad de estas especies (Villaizan, 2018). La reproducción por semillas es una de las maneras más comunes entre los productores y viveristas; sin embargo, esta práctica presenta inconvenientes por la baja tasa de germinación (Flores-Mora & Brenes-Madriz, 2004), teniendo rangos de variación reportados en especies como la granadilla entre otros, menores al 20% (Salazar, 2000), y del 72,2% en pocos casos bajo condiciones controladas y con el uso de estimulantes (Romero, 2000),

La baja tasa germinativa de las semillas de este género se encuentra asociado directamente con las características fisiológicas y morfológicas propias de esta especie, así la inmadurez del embrión ó (latencia endógena) y características recalcitrantes influyen en la pérdida de su capacidad germinativa, mientras que la presencia de testas rígidas impedirán la protrusión de la radícula o (latencia exógena) y por tanto impedirán la germinación de las semillas, motivando a buscar otras alternativas de propagación más rápidas y sencillas (Murcia R., 2018).

En este contexto, nace la necesidad de usar técnicas que permitan mantener la calidad de la planta madre respecto al rendimiento de estas especies, una de ellas es la reproducción asexual por esquejes del género *Passiflora*, misma que establece metodologías y procedimientos muy específicos y estrictos que permiten regenerar plantas de manera eficaz, (Miranda, Perea & Magnitskiy, 2009), para ello el uso de bioestimulantes o auxinas promotoras de la regeneración de partes vegetativas, ha permitido favorecer la capacidad de formación de raíces, para lo cual comúnmente se ha empleado auxinas como: ácido naftalenacético, ácido indolbutírico, entre otras (Pérez, Reynel y Manta, 2002).

El desarrollo de técnicas alternativas de propagación que contribuyan al estudio de estas especies, aporta a la generación de información, misma que servirá como referente para estudiar otras especies, en especial si son silvestres, endémicas o amenazadas, ya que estos taxones no son conocidos (Yockteng et al., 2011) así como ofrecer una alternativa viable para la propagación de ésta especies.

Considerando los antecedentes mencionados la presente investigación tiene como objetivo el estudio de distintas concentraciones de ANA y AIB en el enraizamiento de 4 especies del género *Passiflora*, localizadas en parroquias San Gerardo y Chumblin.

Objetivos

2.1. Objetivo general del proyecto

Evaluar el efecto de distintas concentraciones de 2 hormonas en el enraizamiento de estacas de 4 especies de *Passifloras* identificadas en las estribaciones del bosque Andino de las parroquias de Chumblin y San Gerardo.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de dos hormonas, ácido naftalenacético (ANA) y ácido Indol butírico (AIB) sobre el enraizamiento de estacas en condiciones de campo, en 4 especies, (*Passiflora ampullaceae*, *Passiflora manicata*, *Passiflora tripartita*, *Passiflora ligularis*).
- Evaluar tres dosis de concentración de ANA (100, 200 y 300 ppm) y AIB (250, 500 y 750 ppm), para el enraizamiento de esquejes de 4 especies de *Passifloras*.

Hipótesis

Las especies del género *Passiflora* responden a la propagación asexual de distinta manera dependiendo las variables de cada tratamiento.

Las diferentes dosis de cada hormona presentan una respuesta fisiológica diferente en cada especie del género *Passiflora*.

Revisión de literatura

4.1. Diversidad de especies de *Passifloras* en sistemas ecológicos naturales

Las poblaciones del género *Passiflora*, a pesar de ser ampliamente distribuidas a nivel mundial, tiene una gran representatividad en la zona andina, especialmente las especies catalogadas como endémicas y amenazadas, estas se encuentran distribuidas principalmente a lo largo de este callejón (Caleño y Morales, 2019). Las condiciones ecológicas naturales han permitido el desarrollo de estas especies más sin embargo la riqueza de *Passifloraceae* en condiciones de bosque montano bajo de los valles interandinos, responde directamente a un alto nivel de interacciones con sus componentes y el medio ecológico en el que se desarrolla (Livingston, 2005).

A nivel de Sudamérica, el callejón interandino de Colombia es identificado como el sitio que presenta mayor diversidad en especies de *Passifloraceae*, siendo el área con mayor endemismo (Ocampo et al., 2007). Cabe resaltar que la alta diversidad de hábitats y las diferentes elevaciones que existe en los andes ecuatorianos de la zona norte junto con la de Colombia, se marcan como el mayor centro de diversidad del género *Passiflora* (Ocampo, d'Eeckenbrugge y Jarvis, 2010).

Sin embargo, a pesar de tener una gran riqueza de especies y estar ampliamente distribuida, este género ha sufrido un grave impacto en sus poblaciones, todo esto debido a que existe una elevada tasa de deforestación que se concentran en varias zonas del país (Ideam, 2018), sumado a esto la alta fragmentación de los bosques ha incidido notoriamente en los procesos ambientales, afectando la biodiversidad en las regiones andinas (Kattan, 1997), el género *Passiflora* ha disminuido notoriamente sus poblaciones a lo largo de los años, quedando aisladas con riesgo de continuar con el deterioro genético (Livingston, 2005), teniendo actualmente como resultado que se catalogue a la mayor parte de estas especies en el libro rojo como: vulnerables, en peligro, en peligro crítico, he incluso extinta como es el caso de *Passiflora popenovii* Killip (León-Yáñez et al., 2017).

Diversos estudios reflejan la importancia de estas especies que a lo largo de los años, ~~ya que~~ han tenido un relevante papel en los temas alimenticios, medicinales entre otros, pero al igual que la gran mayoría de productos del Ecuador, el poco conocimiento sobre estas especies es escaso y los estudios se limitan a ciertos aspectos y especies; sin embargo, al ser un género amenazado se debe buscar conservar su germoplasma con el fin de mejorar la producción agrícola, preservar el ambiente y los organismos que de ellas dependen manteniendo la diversidad y supervivencia de este género (Yockteng et al., 2011).

4.2. Características del género *Passifloraceae*

Marín et al., (2009), mencionan que el género *Passiflora*, es considerado el más importante de la familia *Passifloraceae* por su amplia distribución y adaptación a diversos ecosistemas, se distribuyen principalmente en regiones tropicales y subtropicales, en alturas superiores a los 3000 m.s.n.m.; no obstante, diversos estudios indican que este género se puede encontrar desde los 400 a 2000 m.s.n.m. Dentro del género *Passiflora* se encuentran 236 especies de acuerdo a estudio taxonómico realizado por Feuillet y McDougal (2003), en el cual se vuelve a incluir *P. mollissima* (Killip, 1938).

Número de especies registradas en el Ecuador: 94 especies nativas y 34 endémicas.

Distribución: esta familia y sus especies endémicas se ubican en todas las zonas de vegetación de las 4 regiones del Ecuador, excepto en las áreas de páramos. A pesar de aquello, la más alta diversidad se encuentra en Los Andes, particularmente en el bosque alto andino (Jorgensen & Tye, 2017).

Hábito: Generalmente se las encuentra como plantas trepadoras, ascendentes, en ciertas especies tienen un hábito arbustivo y en otras lianas, destaca su manera de anclaje mediante zarcillos provenientes de zonas axilares (Killip, 1938; Ocampo, 2007).

4.3. Descripción botánica del género *Passiflora*

Raíz: Ulmer & MacDougal (2004), señalan que poseen raíces primarias y secundarias gruesas y lignificadas, dentro de estas se han encontrado únicamente dos con raíces principales: *Passiflora exsudans* Zucc. y *Passiflora karwinskii* M.

Tallo: herbáceo, leñoso y semi leñoso dependiendo si la especie es enredadera, liana, arbusto o árbol.

Nudo: estructura que conecta el tallo con las hojas, en cada uno podemos diferenciar siete partes vegetativas: desde el centro nace una yema vegetal, seguido de dos florales rodeadas de una hoja, de manera externa a manera de protección dos estipulas y un zarcillo.

Estípula: presente en todas las especies de la familia *Passifloraceae*, estas son estructuras generalmente que se originan de las bases, se las identifica en pares con una forma laminar.

Hoja: posee tamaños que van desde los 0,5 cm en adelante, con forma generalmente lobulada, principalmente se las encuentra como: unilobulada, (*Passiflora tenerifensis* L. K. Escobar), bilobulada (*Passiflora gilbertiana* J. M. MacDougal), trilobulada (*Passiflora manicata* Juss. Pers.), pentalobulada (*Passiflora caerulea* L.) de forma extraña nueve lobulada, a la ve

se han identificado especies con hojas compuestas: *Passiflora deidamioides* H., *Passiflora cirrhiflora* Juss., *Passiflora pedata* L. y *Passiflora trifoliata* C. (Ulmer & MacDougal, 2004).



Figura 1. Variedad de hojas del género *Passiflora*

Fuente: Bonilla et al., (2015)

Flor: por la amplia variedad se han identificado diversas formas, pero generalmente todas presentan una estructura conformada por una corona y un tubo floral alargado, a la vez sus colores son variantes.



Figura 2. Diversidad floral del género *Passiflora*

Fuente: Bonilla et al., (2015)

4.4. Métodos de propagación en el género *Passiflora*

Dentro de las especies pertenecientes a este género, los diversos estudios y empleo de técnicas de reproducción se concentran únicamente en las de mayor interés agronómico y económico (Ortega, 2006); sin embargo, la mayor parte de especies tienen la capacidad de ser propagadas sea de manera sexual y asexual, teniendo como principales métodos la

reproducción por semilla en el primer caso y por medio de enraizamiento de estacas e injertos en el segundo caso respectivamente (Andagoya et al., 2017).

Estas metodologías están fuertemente ligadas a la morfología, fisiología y ambiente en el que se ubica cada especie que conforma este género, ya que a pesar de sus similitudes su respuesta varía, para el caso de especies como la granadilla y maracuyá la técnica de propagación es mayormente por semillas, esto debido a que posee altas ventajas económicas como la menor inversión, es más accesible y factible para reproducción a una escala altamente comercial, a la vez además favorece en cierto grado de producir una ligera variabilidad genética entre plantas, favoreciendo a que se pueda dar la polinización cruzada (Andagoya et al., 2017).

4.5. Propagación sexual y su realidad

Una de las realidades con las que se enfrentan los productores e investigadores es la inmediata conservación de los recursos genéticos que existen en las delimitaciones andinas ya sea en el caso de frutales y otras especies de manera ex situ, conservar material genético en diversas áreas permite que la variabilidad se refleje en cada taxón del género, además de su conservación en el tiempo (Ocampo, 2007). Especies como la granadilla (*Passiflora ligularis*), pese a ser la segunda especie de importancia económica del género *Passiflora*, no reporta información de estudios o avances tecnológicos disponibles que pueda ayudar los productores e investigadores a preservar la semilla de los mejores genotipos que se presentan en cada región (Posada P., Ocampo J. & Santos L., 2012).

Otra característica de este género que limita su fácil reproducción sexual está ligada a la fisiología de su unidad reproductiva, en este caso la semilla se encuentra recubierta dándole un alto grado de dureza y permeabilidad a la testa, dificultando y en muchos casos impidiendo la absorción de agua y su posterior germinación, por lo cual se obtiene rangos negativos y variables en el tiempo de germinación (Balaguera H., Álvarez J. y Cárdenas J., 2010). Los pocos estudios e investigaciones en *Passifloras* se encuentran más enfocadas al comportamiento fisiológico de la semilla priorizando la búsqueda de tratamientos pregerminativos a diferentes temperaturas y con concentraciones de hormonas y sustratos que favorezcan su ruptura de dormancia y posterior germinación, una de las principales hormonas es el ácido giberélico (AG3), y entre las técnicas, la escarificación en condiciones de laboratorio e invernadero (Posada P., Ocampo J. & Santos L., 2014).

Balaguera et al., (2010), menciona que existen pocos registros sobre germinación en *Passiflora spp*; sin embargo, se ha demostrado que las semillas presentan latencia en algunas especies de esta familia como: *P. edulis f. flavicarpa*, *P. incarnata L.*, *P. mollissima (Kunth)*

L.H. Bailey y *P. nitida Kunth*. Sin embargo, en las semillas de *P. edulis Sims. f. flavicarpa* muestran diferentes grados de latencia, registrando germinaciones en periodos que van desde los 15 hasta los 45 días (Roa, 2017). Concluyendo de esta manera que a pesar de los pocos registros de estudios la viabilidad de propagación por medio de semillas en la mayor parte de especies es baja, limitando su conservación y reproducción.

4.6. Propagación asexual en el género *Passiflora*

La propagación asexual es la metodología que permite clonar especies con las mismas características de la planta madre, aprovechando las características de regeneración, totipotencia y desdiferenciación de las células, además de la tasa de sobrevivencia de cada especie (Campana y Ochoa, 2007). Para que esta técnica se lleve a cabo se puede trabajar por medio de estacas o a través de injertos, la finalidad de este proceso tendrá como resultado la formación de raíces adventicias y brotes (Cuya, 2018), diversos estudios señalan que esta metodología se suele dar en las plantas no vasculares, es decir, en las que no tienen raíces, tallos ni vasos que conduzcan la savia, puesto que de esta manera no existe la intervención de los gametos, permitiendo que no haya variabilidad genética, obteniendo un clon de iguales características (Siura, 2016).

Dependiendo la especie vegetal, la técnica de multiplicación vegetal puede variar ya sea por sus diversas estructuras o métodos reproductivos, dentro de los principales métodos de reproducción asexual según Sánchez (2021) se encuentra:

Estolones: a lo largo de la superficie del suelo se forman tallos delgados y alargados que formarán raíces espaciadas y que, posteriormente, darán lugar a un nuevo individuo.

Rizomas: Son tallos de crecimiento indefinido que se desarrollan por debajo o por encima de la tierra y dan lugar a las raíces adventicias, de las que crecerán las nuevas plantas.

Esquejes: son porciones o pedazos de tallos que originan un nuevo individuo. Para esto, los esquejes deben ser enterrados bajo tierra y pueden ser tratados con hormonas.

Injertos: es una técnica que consiste en emplear tejido seleccionado de una planta madre e insertarlo mediante un corte en un portainjerto seleccionado.

Gemación: se trata de un tipo de división desigual que consiste en que se forman yemas, bultos o prominencias en la planta progenitora. Estos, al crecer y desarrollarse, pueden separarse de la planta principal y ser individuos nuevos pero iguales a esta.

De acuerdo a diversos autores con las técnicas de reproducción asexual, el beneficio de obtener clones o plantas genéticamente idénticas, las características de adaptación y los

mecanismos metabólicos responderán a diferentes ambientes de una manera más rápida y eficiente, conservando las mismas características. De tal manera, esta metodología es una respuesta viable para la reproducción de especies que poseen dificultad de germinación de sus semillas en diferentes ambientes (Sánchez, 2021).

4.6.1. Reproducción por estacas o esquejes en el género *Passiflora*

La reproducción vegetativa por medio de estacas o esquejes consiste en emplear una porción vegetativa de una planta con características deseadas, esta porción es separada de la planta madre en base a un protocolo específico con el fin de aprovechar la capacidad regenerativa que posee cada especie, formando de este modo una planta totalmente nueva (Hartmann et al., 1997).

Este tipo de propagación a través de estacas consiste en obtener porciones de tallo de las plantas del género *Passifloraceae*, las cuales primeramente deben ser estudiadas y seleccionadas en base a características deseadas en campo y luego en base a técnicas de desinfección siembra ponerlas a enraizar en sustratos con el estimulante o sustrato conveniente. Muchas de las veces el éxito de un buen desarrollo, está ligado a la correcta desinfectadas y al uso de hormonas para inducir y acelerar la formación de raíces (Cuya, 2018).

Para que esta técnica tenga una tasa de eficiencia superior se deben tener en cuenta aspectos como: la extracción de estacas deben provenir de ramas superiores en estado maduro, que se encuentren en un estado medianamente lignificadas, y con una medida estándar que oscile entre los 30 a 40 cm de longitud, la cantidad de yemas condicionara de igual manera la eficiencia de esta técnica, en base a estudios se ha determinado un número entre 3 o 4 yemas vegetativas sanas, no brotadas e integra (Castro, 2001).

De igual manera Fouqué (1972) y Chapman (1963), mencionan que, el empleo de partes vegetativas destinadas a la propagación en este caso, la especie estudiada como la maracuyá, se deberá extraer de estructuras maduras de la especie, para Chapman, cada ramilla estará conformidad por mínimo dos entrenudos, mientras que Fouqué señala que deben de contener mínimo tres entrenudos, coincidiendo con Castro, a su vez la mayoría de autores indican que, la estaca debe ser cortada transversalmente en forma adaxial y no proximal.

Otro aspecto a tomar en cuenta es el que mencionan Ruggiero & Martins (1987), los cuales destacan la importancia de mantener las hojas en su estudio desarrollado en especies de maracuyá, estos destacan que mantener la presencia de hojas ya que se puede asociar a un

proceso de nebulización intermitente, en los cuales deben obtener recursos ya que estas inician su proceso de enraizamiento entre los 20 y 30 días.

Una vez iniciada la etapa de enraizamiento, según Hartmann y Kester. (1995), existen factores a tomar en cuenta que determinan la capacidad de enraizamiento de las estacas, aquí se debe considerar que el incremento de la edad de la especie vegetal reduce la capacidad de formar raíces adventicias, por ende, la técnica tendrá menos eficiencia.

Otro aspecto que puede influenciar es el que menciona, Galucio, P. (2002), el cual señala que, el diámetro puede generar una correlación en cuanto al enraizamiento con el diámetro del tallo, este autor utilizó estacas con diámetros mayores que 0,8 mm de diámetro y aplicando 200 ppm de Ácido Naftalenacético (ANA), logró a los 90 días hasta 90% de enraizamiento.

En ensayos reportados por Forero y Becerra (2008), analizaron un método de propagación asexual en Gualupa (*Passiflora edulis* Sims.), en sus reportes aseguran que, el uso de estacas provenientes de la parte superior y basal a un tercio de altura de la planta y los diversos factores de enraizamiento más el tipo de sustrato a emplear, son variables que determinaran el éxito al momento de la propagación, a su vez mencionan que se debe cortar a una medida de 35 cm y con presencia de 3 brotes. En sus ensayos reportan que se observó mayor eficacia en las estructuras provenientes de la parte basal y que fueron sembrados en sustratos sueltos como la arena. En los resultados se identificaron correlaciones entre el número y peso de la raíz primaria, las ramillas que presentaron mayor número de raíces primarias desarrolladas correspondieron a las provenientes del primer tercio de la parte basal. El ambiente ideal para que se produzca enraizamiento se consiguió al usar polisombra en el semillero, y controlando la temperatura en un rango de 20 a 23° C y una HR entre 60 y 85%, además de riegos con intervalos de 12 horas.

Terblanche (1986), estudió en un lapso de tres años especies como, *Passiflora edulis* con portainjerto de *Passiflora caerulea* en donde indica que existió un 41% más de eficiencia productiva que *Passiflora edulis* injertada con *Passiflora edulis* F. y 74% más que *Passiflora edulis* sembrada a manera de pie de franco.

4.7. Uso de bioestimulantes o hormonas para el enraizamiento de especies en el género *Passifloraceae*

Uno de los avances más significativos dentro del campo de la biotecnología en agricultura es el uso de los bioestimulantes y/o hormonas, han sido catalogados como productos resultantes de mezclas de sustancias y/o microorganismos que no afectan la integridad y cualidades de

una planta, además pueden ser aplicados directamente sobre las plantas o en la rizosfera, con la finalidad de estimular, inducir y acelerar ciertos procesos naturales del metabolismo de una planta, tales como, elongación, multiplicación celular, enraizamiento, la absorción de nutrientes, la eficiencia del uso de nutrientes, la tolerancia al estrés ya sea biótico o abiótico (Flores y Omote, 2021), es decir, mejora la calidad de los cultivos.

Según Pico, (2022), existe un sin número de ventajas en el uso de bioestimulantes dentro de los cuales destaca:

- Alto poder enraizante.
- Alta concentración de Aminoácidos vegetales.
- Aplicación vía radicular.
- Rápida absorción.
- Alto aporte de sustancias húmicas.

El uso de hormonas dentro del campo de la agricultura posee un amplio abanico, sin embargo, en un estudio realizado por Ruiz (2001) sobre el enraizamiento en el género *Passifloraceae*, señala que, al emplear ramillas provenientes de la parte basal de matas de granadilla y sumergirlas en 150 ppm de ANA) y adicionando 250 ppm de BAP, re reporto una eficiencia del 50% en enraizamiento.

De igual manera, Castro (2001), acota que, al contacto con concentraciones cercanas a 2.000 ppm de ácido indolbutírico (AIB) por un lapso de 5 segundos, favorece a un nivel de enraizamiento más alto, permitiéndonos obtener nuevas estructuras enraizadas aptas para el trasplante a campo, alcanzando alturas superiores a los 40 centímetros en un lapso de 50 o 60 días.

Pires (2007), realizó propagación vegetativa aplicando diferentes concentraciones (control, 500, 1000 y 1500 ppm) de ácido indolbutírico en estaquillas de *Passiflora nítida*, *Passiflora edulis f. flavicarpa*, *Passiflora coccínea*, *Passiflora quadrangularis*, *Passiflora serrato digitata* y *Passiflora edulis* Sims, reportando que existió un número de hojas superior en las especies que estuvieron contacto con 500 ppm, sin embargo, *Passiflora coccínea* x *P. setacea*, se evidenció una cantidad de hojas superior al aplicar 1000 y 1500 ppm. Ésta última concentración también permitió un mayor número de brotes en los híbridos *P setacea* x *P. coccínea*. Es decir, este estudio determinó que al utilizar ácido Indolbutírico favorece el enraizamiento de las diferentes especies de maracuyás silvestres, de igual forma concluye que, la concentración de 500 ppm por un tiempo de 2 minutos, favoreció al enraizamiento de las estacas, por otra parte, sucedió lo contrario al aplicar 0, 1000 y 1500 ppm.

Se ha reportado que al utilizar patrones provenientes de especies como *Passiflora actinia*, *P. edulis* f., *P. caerulea*, entre otras, y que estas hayan sido tratadas en concentraciones de 500 y 1000 ppm, su tiempo de enraizamiento se estimó en 60 días y a los 90 días se obtuvieron eficiencias del 100% en especies como *Passiflora caerulea* y la más baja del 57% en *Passiflora actinia* (Chaves et al., 2004).

En un estudio realizado por Oliva y López (2005), se aplicaron cuatro concentraciones: ANA (control, 100, 200 y 300 ppm) durante 30 y 60 minutos, con un promedio de 25 cm de largo y un diámetro aproximado de 1 cm, se aplicó riegos 2 veces por día de 2 minutos cada uno, las variables tomadas en cuenta: a) brotación obtenida posteriores a los 60 y 90 días (%), b) enraizamiento (%) y formación de callos posteriores a los 120 días, estos autores reportaron que obtuvieron un porcentaje del 24.47% cuando emplearon ANA en dosis de 100 ppm por un tiempo de 30 minutos.

De acuerdo con los estudios mencionados anteriormente, los enraizantes favorecen al rápido desarrollo de nuevas plantas, por lo cual se generó la necesidad de realizar la actual investigación aplicando diferentes concentraciones de ANA y AIB como enraizantes en estacas de cuatro especies de *Passiflora*.

Metodología

5.1. Zona de estudio

El presente proyecto fue realizado en la Granja Experimental “Las Quinuas” perteneciente a la empresa Dundee Precious Metals, la cual cuenta con 12.3 hectáreas, con precipitaciones mensuales de 600 mm, y una temperatura media mensual que oscila entre los 8 a 16° C, con un fotoperiodo natural (8 horas de luz diarias), correspondiente a la localidad de San Gerardo y Chumblin, cantón San Fernando (696747.50 m E - 9658558.90 m S), Ecuador.

El experimento fue desarrollado en campo usando diferentes concentraciones de ANA y AIB como tratamientos de enraizantes de origen químico, permitiendo de esta manera evaluar la concentración más eficiente y la respuesta fisiológica de cada especie.

5.2. Recolección de material vegetal para reproducción por estacas

Para la recolección de ramas de las 4 especies de *Passifloras* se usaron las coordenadas identificadas en estudios previos, a primeras horas de la mañana con el fin de mantener una temperatura baja y preservar de mejor manera las estacas.

Tabla 1. Ubicación de las especies a recolectar.

Nombre Científico	Ubicación	Coordenadas X	Coordenadas Y
-------------------	-----------	---------------	---------------

<i>Passiflora manicata</i>	Bosque, San Gerardo	697778	9656935
<i>Passiflora ampullaceae</i>	Bosque, Campamento base, puente vía San Gerardo	698790	9655239
<i>Passiflora tripartita</i>	Bosque, Campamento base, vía San Gerardo- Loma Larga	697365	9656411
<i>Passiflora ligularis</i>	Vía Chumblin, San Gerardo	695268	9653857

5.2.1. Características para el corte de estacas:

- Estado maduro o semi leñoso
- Parte media o segundo tercio de la planta
- Cada muestra debe contener de 4 a 6 yemas no brotadas
- Color vigoroso sin deformaciones, clorosis o manchas
- Largo de estaca entre 20 a 30 cm.

5.3. Transporte del material

Una vez recolectadas las estacas, estas fueron trasladadas de manera inmediata, cada estaca fue depositada en un cooler con el fin de mantener la humedad e integridad vegetal hasta llegar al vivero experimental “Las Quinuas” y recibir el tratamiento adecuado.

5.4. Desinfección de sustrato y macetas

El sustrato que se empleó estuvo compuesto de una mezcla de tierra negra de la zona más tamo de arroz en proporción 3/1 y luego fue sometido a un tratamiento de desinfección periódicamente cada 15 días con la finalidad de evitar la contaminación por hongos y bacterias de las estacas. Para proteger a los esquejes de enfermedades se realizaron pulverizaciones con fungicida (Mancozeb, 200 gr/100 ltrs) (Langé, 2013), éste actúa como fungicida para el tratamiento al suelo y como desinfectante preventivo, para ello se realizó una mezcla homogénea del sustrato y mediante aspersion se homogenizó todo el sustrato, con un periodo de reposo de 1 día, basado en la metodología empleada por Aguirre (2013).

Para las macetas, estas fueron lavadas con agua, y luego sumergidas en mancozeb y detergente por un periodo de 5 minutos.

En la fase de campo se establecieron protocolos de desinfección también para las estacas de las 4 especies de *Passifloras*, para ello se utilizaron los siguientes materiales físicos y químicos:

Tabla 2. Materiales para desinfección y establecimiento de estacas en condiciones de campo.

Físicos	Químicos	Vegetales
Balde de 20 litros	Mancozeb (20gr/10 ltrs)	Estacas de 20-30 cm de longitud con 4 yemas
Macetas de una libra	Alcohol al 70%	
Tierra y tampo de arroz	Hidróxido de cobre	

5.5. Preparación de estacas

Una vez obtenidas las muestras y llevadas dentro de las instalaciones del vivero “Las Quinuas”, se seleccionaron las estacas de cada especie siguiendo el siguiente protocolo:

- A. Selección de material en estado vegetativo maduro o semi leñoso.
- B. Medición de 20 cm desde la base.
- C. Identificación de 3 a 5 yemas dentro de los 20 cm
- D. Corte trasversal según la medición
- E. Eliminación de hojas, zarcillos, frutos y ramas laterales.
- F. Hidratación en agua.

5.6. Desinfección de estacas

Para la desinfección de estacas se empleó hidróxido de cobre en forma de pasta, con aplicación por contacto en las zonas de corte con el fin de evitar la contaminación.

5.7. Fase de siembra y enraizamiento

Para la siembra de estacas se empleó el siguiente protocolo:

- A. Llenado de macetas por cada especie de *Passiflora*, en donde se colocó 24 macetas para la hormona ANA, 24 macetas para la hormona AIB y 8 macetas para el control.
- B. Hidratación del sustrato en cada maceta con 250 ml de agua.
- C. Sumergir la parte basal de cada estaca por un periodo de 10 segundos en las hormonas (ANA-AIB), posterior a esto se insertó en cada maceta en un ángulo de 90°.

D. Ubicación y clasificación de cada maceta por tratamiento en el invernadero de la granja experimental.

5.8. Enraizantes y dosis usadas en el trabajo de investigación

En esta fase se analizó el efecto de dos enraizantes de origen químico, el ácido naftalenacético (ANA) y ácido Indol butírico (AIB) en estacas de cuatro especies de *Passiflora*: *P. manicata*, *P. ampullaceae*, *P. tripartita* y *P. ligularis*.

Dosis de enraizantes: Para este estudio se adaptó la metodología de Galucio (2002), empleando 200 ppm de ANA y la de Pires (2007) que emplea 500 ppm de AIB, y se modificó las concentraciones en proporción (+) y (-) 50%, empleando de esta manera las siguientes concentraciones: **ANA:** 100, 200 y 300 ppm, y **AIB:** 250, 500 y 750 ppm.

5.9. Análisis estadístico

Se realizó un experimento independiente para cada una de las especies en estudio; en total cuatro experimentos independientes. Cada experimento estuvo desarrollado usando un diseño completamente al azar con 7 tratamientos y 8 repeticiones por cada tratamiento, según se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3. Descripción de tratamientos.

Tratamiento	Descripción
Tratamiento 1	100 ppm ANA
Tratamiento 2	200 ppm ANA
Tratamiento 3	300 ppm ANA
Tratamiento 4	250 ppm AIB
Tratamiento 5	500 ppm AIB
Tratamiento 6	750 ppm AIB
Tratamiento 7	Control (sin tratamiento hormonal)

Los datos obtenidos fueron procesados en base a un análisis univariado en cada especie para evaluar su normalidad y homocedasticidad, para normalidad se empleo Kolmogorov-Smirnov para muestras superiores a 50, debido a que se obtuvo asimetría en las variables se comprobó la homogeneidad de varianzas mediante el test de Levene al no existir normalidad, mismo que indicó que los datos presentan varianzas homogéneas, dado que el p valor es mayor a alfa .05. en el caso de las muestras que presentaron una distribución normal y homogeneidad de varianzas fueron analizadas por Análisis de la Varianza (ANOVA). Cuando

se detectaron efectos estadísticamente significativos se realizaron comparaciones de medias mediante la prueba de Tukey con ayuda del software informático R (Vílchez et al., 2014).

La distribución de las macetas por cada tratamiento en el invernadero de la granja experimental, fue codificado según las cuatro especies de *Passiflora*: *Passiflora ampullaceae* (PA), *Passiflora tripartita* (PT), *Passiflora ligularis* (PL) y *Passiflora manicata* (PM), para facilidad en el análisis de datos como se indica en la figura 3.

DISTRIBUCIÓN ALEATORIA DE TRATAMIENTOS						
PT-T1-R6	PT-T7-R7	PT-T3-R8	PA-T7-R4	PM-T3-R6	PL-T7-R3	PM-T7-R4
PL-T6-R7	PL-T5-R4	PL-T5-R3	PA-T4-R1	PA-T3-R7	PL-T3-R8	PA-T6-R6
PL-T6-R4	PL-T2-R8	PT-T4-R2	PL-T1-R4	PT-T3-R2	PT-T2-R8	PL-T1-R8
PA-T5-R7	PA-T5-R3	PL-T4-R3	PL-T3-R4	PA-T1-R6	PM-T1-R7	PM-T6-R8
PA-T2-R3	PM-T3-R7	PM-T3-R1	PL-T7-R2	PL-T7-R5	PA-T7-R5	PT-T1-R8
PM-T5-R2	PL-T5-R6	PM-T5-R7	PA-T6-R5	PM-T3-R3	PT-T5-R4	PL-T3-R6
PT-T7-R2	PM-T1-R3	PM-T7-R8	PT-T3-R1	PM-T4-R1	PA-T2-R7	PL-T1-R7
PT-T4-R5	PT-T1-R5	PL-T2-R4	PA-T6-R1	PA-T1-R2	PM-T5-R1	PT-T2-R5
PT-T2-R3	PM-T1-R8	PM-T6-R1	PA-T2-R1	PL-T3-R3	PA-T1-R5	PL-T7-R1
PA-T3-R5	PL-T4-R4	PA-T5-R1	PM-T3-R2	PM-T4-R8	PL-T6-R3	PT-T5-R7
PT-T2-R2	PL-T2-R7	PL-T6-R2	PT-T5-R5	PA-T3-R6	PL-T2-R2	PT-T2-R7
PM-T2-R2	PL-T2-R3	PT-T4-R4	PT-T6-R6	PT-T6-R2	PT-T5-R6	PL-T1-R6
PA-T2-R4	PM-T5-R4	PT-T5-R2	PT-T4-R1	PM-T5-R8	PM-T2-R8	PT-T3-R5
PA-T7-R6	PT-T7-R1	PM-T6-R7	PL-T2-R1	PT-T5-R3	PT-T1-R3	PA-T3-R4
PT-T6-R8	PT-T5-R8	PA-T5-R2	PM-T7-R5	PA-T5-R8	PA-T4-R7	PT-T7-R5
PA-T2-R2	PT-T4-R6	PM-T2-R4	PT-T2-R6	PM-T2-R5	PT-T7-R3	PL-T5-R1
PM-T4-R5	PM-T6-R5	PA-T3-R8	PT-T3-R4	PL-T3-R5	PM-T5-R3	PL-T1-R1
PA-T7-R8	PL-T5-R5	PA-T4-R3	PL-T2-R5	PM-T2-R7	PA-T4-R5	PA-T6-R7
PM-T6-R4	PT-T1-R7	PL-T7-R6	PT-T6-R4	PM-T2-R3	PL-T1-R2	PT-T3-R7
PA-T7-R2	PM-T4-R3	PM-T3-R5	PA-T1-R3	PA-T4-R8	PA-T3-R1	PL-T5-R7
PA-T6-R8	PM-T1-R1	PM-T4-R4	PM-T4-R6	PA-T1-R1	PA-T7-R3	PA-T6-R4
PL-T6-R8	PA-T3-R2	PM-T1-R2	PA-T1-R7	PL-T6-R6	PL-T2-R6	PL-T3-R7
PM-T6-R3	PM-T3-R4	PA-T7-R7	PT-T2-R4	PA-T4-R2	PA-T1-R4	PL-T6-R1
PM-T2-R6	PT-T2-R1	PM-T4-R2	PM-T1-R6	PM-T6-R2	PM-T2-R1	PT-T3-R6
PM-T7-R6	PT-T6-R7	PA-T4-R4	PM-T1-R4	PM-T5-R6	PL-T3-R2	PA-T7-R1
PA-T6-R2	PM-T1-R5	PT-T7-R4	PM-T7-R3	PM-T4-R7	PA-T6-R3	PA-T4-R6
PA-T2-R8	PA-T5-R4	PL-T6-R5	PT-T7-R8	PA-T3-R3	PT-T3-R3	PT-T4-R7
PL-T4-R5	PL-T4-R8	PM-T6-R6	PL-T4-R2	PM-T7-R1	PL-T3-R1	PL-T7-R7
PT-T1-R1	PT-T1-R4	PA-T1-R8	PT-T5-R1	PL-T5-R8	PT-T6-R1	PL-T1-R3
PL-T5-R2	PL-T7-R4	PT-T4-R8	PA-T5-R6	PM-T3-R8	PT-T1-R2	PT-T6-R3
PM-T5-R5	PM-T7-R2	PL-T7-R8	PT-T7-R6	PA-T2-R5	PM-T7-R7	PL-T4-R1
PL-T4-R6	PL-T1-R5	PA-T5-R5	PT-T6-R5	PL-T4-R7	PT-T4-R3	PA-T2-R6
PA: <i>Passiflora ampullaceae</i>			PM: <i>Passiflora manicata</i>			
PT: <i>Passiflora tripartita</i>			T: Tratamiento			
PL: <i>Passiflora ligularis</i>			R: Número de repetición			

Figura 3. Distribución de tratamientos (DCA) y repeticiones para 4 especies de Passifloras sometidas a 7 tratamientos de diferentes concentraciones de 2 hormonas en reproducción asexual por estacas.

5.9.1. Las variables de respuesta registradas

Número de plantas vivas

A los 90 días posteriores a la siembra se realizó la toma de datos en cada una de las 4 especies y de manera independiente, para esta variable se contabilizó el número de plantas vivas de acuerdo a observaciones del estado del tallo y presencia de yemas vivas en cada estaca por cada tratamiento, en cada observación se fueron registrando los datos y contabilizando el número de estacas que presentaban rasgos de sobrevivencia para posteriormente analizar el grado de enraizamiento.

Número de yemas activas

Esta variable se registró en base a las yemas que presentaban brotación o características de estado latente, con el fin de cuantificar cuantas estacas presentaron desarrollo en los 90 días posteriores a la siembra.

Número de raíces principales por muestra

Esta variable se analizó únicamente en las estacas que sobrevivieron y cuando estas presentaron raíces abundantes se evaluaron en 3 categorías: (1) abundante, 2) regular, 3) baja. Si las estacas presentaban formación solamente de callo se categorizó como baja, mientras que cuando presentaban callosidad y presencia de una a dos raíces, como regular y finalmente a las que presentaron de tres en adelante como abundante.

Longitud de raíz

Una vez determinadas las categorías de enraizamiento, se registró la longitud máxima alcanzada de cada estaca por tratamiento con la ayuda de un calibrador.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos durante la presente investigación responden a la evaluación de tres diferentes dosis de dos hormonas en cuatro especies de *Passiflora*; sin embargo, para el análisis e interpretación de datos se ha dividido el estudio en cuatro ensayos diferentes, puesto que cada especie a pesar de pertenecer al mismo género y de presentar similitudes morfológicas y fisiológicas, responde de manera distinta a cada variable planteada en la investigación, para ello se realizó un análisis univariado de cada especie y variable a consideración por separado, determinando de esta manera la interacción dosis sobre respuesta de las variables en cada especie, respondiendo así a los distintos objetivos planteados.

6.1. *Passiflora ampullaceae*

En el primer ensayo, se realizó el análisis de los resultados obtenidos por cada variable, a nivel general a los 90 días posteriores a la siembra de la especie *Passiflora ampullaceae*, se pudo observar que para la variable número de plantas vivas, el tratamiento control presentó la mayor cantidad de estacas vivas, pudiendo suponer que probablemente esta especie no requiera el uso de auxinas; no obstante, cuando se analizó la variable número de yemas vivas se pudo observar que, pese a que el tratamiento control tenía el mayor número de estacas, estas presentaron el menor número de yemas en promedio (Figura 6), a la vez se pudo observar que el desarrollo en longitud era menor, de esta manera se podría mencionar que probablemente el uso de auxinas favorece al desarrollo vegetativo de las partes aéreas ya que los tratamientos T4, T5 y T6 (IBA), presentaron los promedios más altos en cuanto a número de yemas vivas por estaca, a la vez se pudo observar un desarrollo más favorable en cuanto a tamaño (Figura 4), para ello se sugiere tomar en cuenta una variable adicional en cuanto a longitud de yemas en futuros ensayos, de similar manera en las variables número de raíz y longitud de raíz se pudo observar que pese a que el tratamiento control presentaba el mayor número de estacas vivas su promedio en cuanto a número y longitud de raíz fue inferior en comparación a las estacas que estuvieron en contacto con las hormonas; bajo estas observaciones probablemente el uso de las auxinas ANA e IBA favorezcan al desarrollo radicular como se puede observar en la figura 4.



Figura 4 Efecto de 7 tratamientos en estacas de *Passiflora ampullaceae*.

La figura 4 indica el desarrollo de raíz, yemas y sobrevivencia de estacas de *P. ampullaceae* a los 90 días, (T1), Estaca viva, con bajo desarrollo de yemas y raíz (T2), estaca muerta (T3), estacaba viva con desarrollo de yemas y formación de callo radicular (T4), estaca viva, sin desarrollo de yemas y raíz (T5), estaca con desarrollo bajo de yemas y raíz (T6), estaca viva con desarrollo notable de yemas y raíz (T7), estaca viva, sin desarrollo de yemas ni raíz.

Todos los detalles antes mencionados responden al análisis estadístico y a las observaciones obtenidas en campo, las variables sujetas a este estudio se detallan a continuación.

Se realizaron pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas para determinar si los datos se ajustan a la curva de normalidad y poder determinar si existen diferencias significativas en cada variable planteada como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas para las diferentes variables evaluadas en el presente ensayo.

Variable	Normalidad ($p > 0,05$)	Grados de libertad	Homogeneidad ($p > 0,05$)
Número de plantas vivas	< 2.2e-16	6	0,38
Número de yemas vivas	< 2.2e-16	6	0,76
Número de raíces	< 2.2e-16	6	0,80
Longitud de raíz	< 2.2e-16	6	0,07

Realizada la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para muestras superiores a 50 datos se obtuvo un p valor menor a alfa .05 para todas las variables, lo cual indica que no existe normalidad en los datos.

Debido a que se obtuvo asimetría en las variables se comprobó la homogeneidad varianzas mediante el test de Levene al no existir normalidad, mismo que indicó que los datos presentan varianzas homogéneas, dado que el p valor es mayor a alfa .05.

6.1.1. Variable 1: Número de plantas vivas

Para la determinación del número de plantas vivas se contabilizó las estacas que presentaron rasgos de sobrevivencia a los 90 días, para la variable número de plantas vivas, no existe simetría en los datos, con lo cual se concluye anormalidad, sin embargo, se realizó el análisis de varianza para comprobar de manera estadística.

Análisis de la varianza (Kruskal Wallis)

Tabla 5. Análisis de la varianza para número de plantas vivas.

Análisis de la varianza (Kruskal Wallis)	
Grados de libertad	6
Chi cuadrado	8.67
p-value	0.19

Como se observa en la tabla 5 el p valor es 0.19, el cual es superior a .05, indicando así que no existe diferencia significativa en el número de plantas vivas por cada tratamiento para la variedad *Passiflora ampullaceae*.

La figura 5 muestra los valores mínimos y máximos del número de plantas vivas por cada tratamiento, en los cuales se puede observar a simple vista que no existe diferencia significativa estadísticamente hablando entre las medias de cada tratamiento para la variable número de plantas vivas.

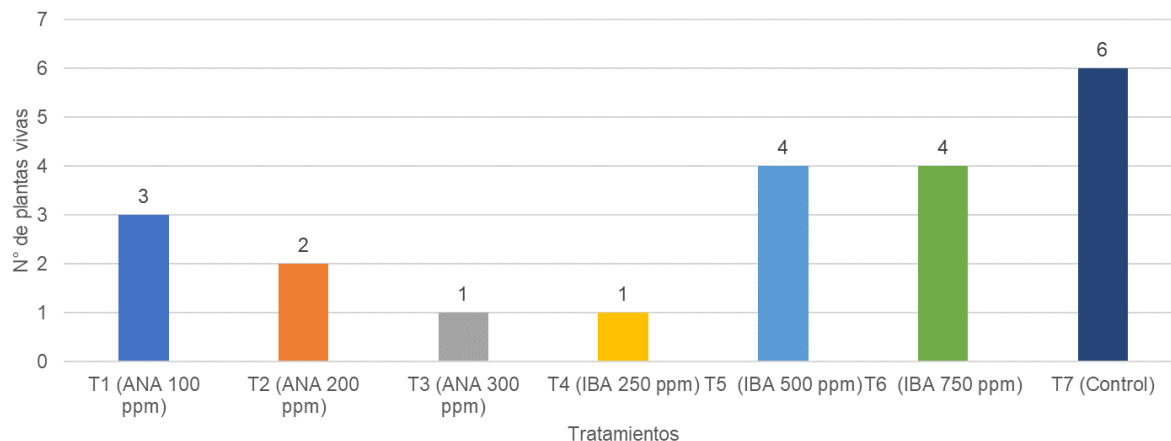


Figura 5. Gráfico de barras para la variable número de plantas vivas.

A nivel estadístico no existen diferencias significativas en la variable número de plantas vivas, sin embargo, se pudo observar en la figura 5, que probablemente existieron leves diferencias cuando empleamos las auxinas ANA e IBA en cada tratamiento, observando que el tratamiento T5 (IBA 500 ppm) y T6 (IBA 750 ppm) presentaron el mayor número de plantas vivas con un total de 4 por cada tratamiento, representando un 50% de eficiencia a nivel del tratamiento, seguido del tratamiento T1 (ANA 100 ppm) con 3 (37,5%), del tratamiento T2 (ANA 200 ppm) con 2 (25%) y de los tratamientos T4 (IBA 250 ppm) y T3 (ANA 300 ppm) con 1 planta viva (12,25%), difiriendo con el T7 (Control) que tuvo un total de 6 plantas vivas al final del ensayo (75%), de esta manera el uso de hormonas para este ensayo representó un 26,79% de eficiencia en esta especie correspondiente a 15 estacas vivas, con una representatividad del 17,89% al uso de ANA y del 8,93% al uso IBA.

6.1.2. Variable 2: Número de yemas vivas

Para la determinación del número de yemas vivas se contabilizó el número de yemas brotadas o con signos de apertura y tonalidad verde a los 90 días, en la Tabla 6 se puede observar que para la variable número de yemas vivas, no existe simetría en los datos, por lo que se concluye anormalidad, se realizó el análisis de varianza para comprobar de manera estadística.

Análisis de la varianza (Kruskal Wallis)

Tabla 6. Análisis de la varianza para la variable número de yemas vivas.

Análisis de la varianza (Kruskal Wallis)	
Grados de libertad	6
Chi cuadrado	8.58

p-value

0.19

Como se observa en la tabla 9 el p valor es 0.19, indicando así que para alfa .05, no existe diferencia significativa en el número de yemas vivas por cada tratamiento.

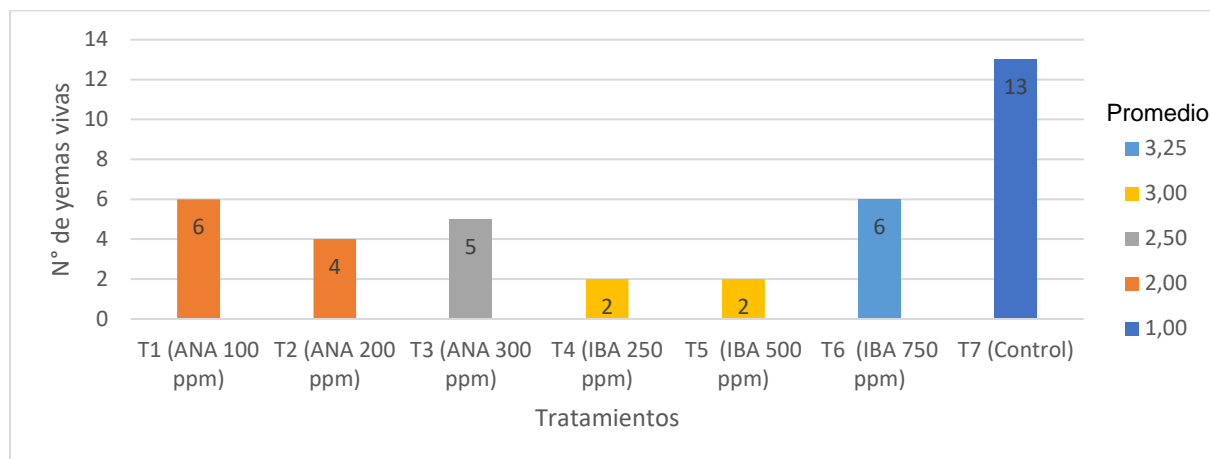


Figura 6. Número de yemas vivas y promedio por tratamiento a los 90 días en las estacas de *Passiflora ampullaceae*, con la utilización de dos tipos de hormonas (ANA e IBA).

Datos similares a la variable número de platas vivas, evidenció que a nivel estadístico no existen diferencias significativas en la variable número de yemas vivas; sin embargo, se puede observar en la figura 6 leves diferencias en cada tratamiento, tomando en consideración que el número máximo de yemas en cada estaca al momento de la siembra fueron de 4 unidades, a los 90 días se evidenció un valor máximo de 3 yemas, pero, la media fue de 2 yemas por estaca. Entre las hormonas el tratamiento T6 (IBA 750 ppm) y T1 (ANA 100 ppm) presentaron el mayor número de yemas vivas con un total de 6 por cada tratamiento, seguido del tratamiento T3 (ANA 300 ppm) con 5, del tratamiento T2 (ANA 200 ppm) con 4 y de los tratamientos T4 (IBA 250 ppm) y T5 (IBA 500 ppm) con 2 yemas vivas, difiriendo con el T7 (Control) que tuvo un total de 13 yemas vivas; a pesar de ello, como se puede observar en la figura 6, pese a que el tratamiento control presentó la mayor cantidad de yemas, el promedio de yemas por estacas es menor a los tratamientos con auxinas, ya que el tratamiento T6 presentó el mayor promedio con un total de 3 yemas por estaca, a su vez como se puede observar en la figura 7 el desarrollo es mayor en cuanto a longitud que el control, pudiendo ser una variable a consideración en futuras replicas y estudios a desarrollarse en esta especie.



Figura 7. Desarrollo de yemas en la especie *Passiflora ampullacea*.

La figura 7 indica el efecto en el desarrollo de yemas a los 90 días, (A) corresponde a yemas vivas de estacas sometidas a tratamientos con IBA (750 ppm), (B) corresponde al tratamiento control con yemas vivas pero que no evidencian desarrollo.

Variable 3: Número de raíces

En la figura 8 podemos observar las categorías empleadas en el presente estudio.



Figura 8. Categorías para la determinación del número de raíces por estaca.

Análisis de la varianza (Kruskal Wallis)

Tabla 7. Análisis de la varianza para la variable número raíces.

Análisis de la varianza (Kruskal Wallis)	
Grados de libertad	6
Chi cuadrado	4,31
p-valor	0.63

Como se observa en la tabla 10 el p valor es 0.63, indicando así que para el 95% de confianza, no se obtuvo diferencia significativa entre tratamiento para la variable número de raíces.

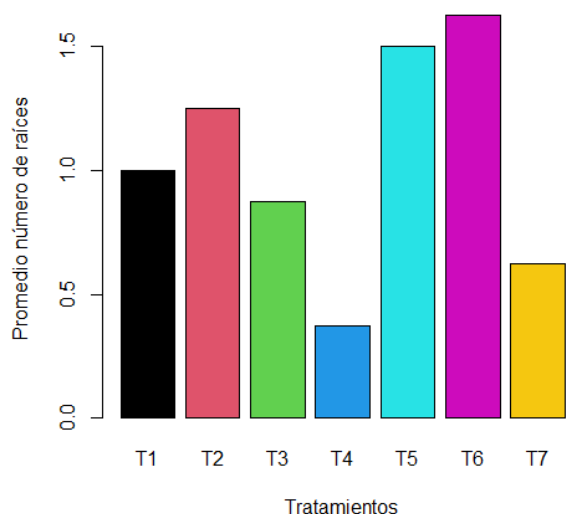


Figura 9. Promedio del número de raíces por cada tratamiento

La figura 9 muestra el promedio de número de raíces por cada tratamiento, si bien el tratamiento 4 tiene valores bajos (promedio de 0.3), los demás tratamientos tienen promedio de T1: 1.0, T2: 1,25, T3: 0.9, T5: 1.5, T6: 1.6 y T7: 0.5. Teniendo en cuenta estos promedios no hay diferencia significativa estadísticamente hablando. Sin embargo, si se podría observar que el tratamiento T6 (IBA 750 ppm) es el que mejores resultados en cuanto a número de raíces presentó. Seguido de T5 (IBA 500 ppm), T2 (ANA 200 ppm) y T1 (ANA 100 ppm).

Número de raíces según la categoría

Tabla 8. Análisis de la varianza anova de dos factores para abundancia de raíces.

Análisis de la varianza (anova)		
	Grados de libertad	P valor
Abundancia de raíces	1	0.52
Tratamientos	6	0.14

De acuerdo a los resultados obtenidos del anova de dos factores (tabla 8), se observó que no hay diferencia significativa entre tratamiento ni abundancia con respecto al número de raíces.

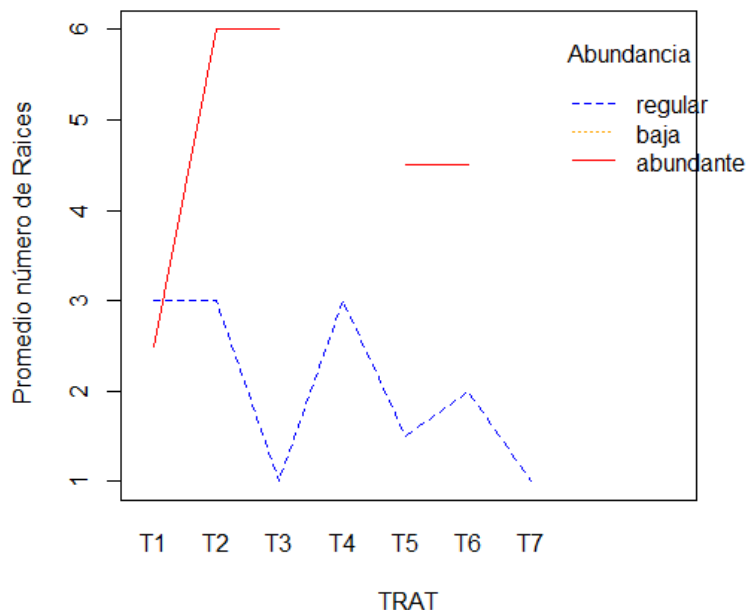


Figura 10. Gráfico de interacción entre tratamientos y tres categorías de abundancia de raíces (baja, regular y abundante).

La figura 10 muestra los promedios de acuerdo al número de raíces por cada tratamiento en función a la clasificación de abundancia de las raíces. De acuerdo a este gráfico se puede observar que el tratamiento T3 presenta mayor promedio en cuanto a presencia abundante de raíces, seguido del tratamiento T5 y T6, por otro lado, el tratamiento control presenta el mayor número de muestras vivas, pero presenta una categoría baja y regular en cuanto al número de raíces. Con esto se puede concluir que el tratamiento T3 tuvo mejores resultados en cuanto a abundancia de raíces con respecto a los demás tratamientos.

Variable 4: Longitud de raíces

Análisis de la varianza (Kruskal Wallis)

Tabla 9. Análisis de la varianza para la variable longitud de raíces.

Análisis de la varianza (Kruskal Wallis)	
Grados de libertad	6
Chi cuadrado	8.95
p-valor	0.17

El análisis de la varianza de Kruskal Wallis para longitud de raíces muestra que no existe diferencia significativa entre tratamientos de acuerdo al p valor (0.17) obtenido que se muestra en la tabla 9.

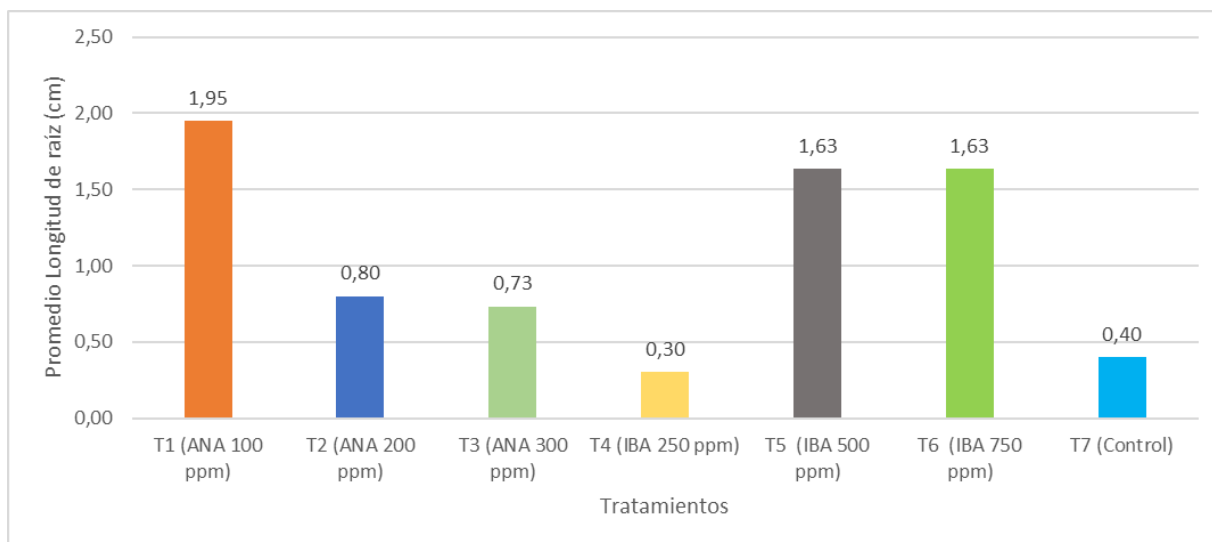


Figura 11. Promedio longitud de raíz por cada tratamiento.

La figura 11 muestra el promedio alcanzado de cada tratamiento en cuanto a la longitud a los 90 días, a nivel estadístico no se encontraron diferencias significativas, como observamos en el gráfico de barras, sin embargo, los tratamientos T1, T5 y T6 presentaron las muestras con el promedio de longitud más largo alcanzado, además como se observa en la tabla 13, se evidencia los valores máximos y mínimos en cada tratamiento, indicando que aparentemente existe una ligera variación entre tratamientos, probablemente el uso de las auxinas ANA e IBA favoreció al desarrollo radicular, para ello se sugiere replicar el ensayo para determinar este efecto.

Tabla 10. Longitud alcanzada por cada tratamiento.

Tratamiento	V. Max (cm)	V. Min (cm)	Promedio (cm)
T1 (ANA 100 ppm)	2,8	1,1	1,9
T2 (ANA 200 ppm)	0,8	0	0,8
T3 (ANA 300 ppm)	1,3	0,1	0,7
T4 (IBA 250 ppm)	0,3	0	0,3
T5 (IBA 500 ppm)	2,1	1,2	1,6
T6 (IBA 750 ppm)	2,3	1,2	1,6
T7 (Control)	0,6	0,2	0,4

6.2. *Passiflora tripartita*

En el segundo ensayo, se realizó el análisis de los resultados obtenidos por cada variable a los 90 días posteriores a la siembra de la especie *Passiflora tripartita*, dentro de este estudio se pudo observar que para a variable número de plantas vivas, el tratamiento control presentó un ligero valor superior de estacas vivas, con un total de 5, sin embargo se presentó una similitud en los tratamientos T4, T5 y T6, correspondientes a las estacas tratadas con IBA, con 4 unidades vivas en cada tratamiento, al igual que ANA (T1), con 4 unidades, pudiendo suponer que probablemente, esta especie no requiera el uso de auxinas por una parte y que el uso de IBA en diferentes concentraciones probablemente favorezca de igual manera al desarrollo de esta especie; no obstante, cuando se analizó la variable número de yemas vivas, se pudo observar que, pese a que el tratamiento control tenía el mayor número de estacas vivas, estas presentaron un promedio de yemas más bajo por estaca (Figura 12) con tan solo 2 yemas, a la vez se pudo observar que el desarrollo en longitud era menor, mientras que cuando las estacas estuvieron en contacto con las hormonas ANA e IBA, estas presentaron un mayor número de yemas vivas y un mayor promedio cuando se aplicaron las dosis más bajas de cada hormona (T1= ANA 100ppm y T4= IBA 250 ppm); De esta manera se podría mencionar que probablemente el uso de auxinas favorece al desarrollo vegetativo de las partes aéreas ya que los tratamientos T1, T3, T4 T5 y T6 (IBA), presentaron los promedios más altos en cuanto a número de yemas vivas por estaca (Figura 12), a la vez se pudo observar un desarrollo más favorable en cuanto a tamaño, para ello se sugiere tomar en cuenta una variable adicional en cuanto a longitud de yemas en futuros ensayos, de similar manera en las variables número de raíz y longitud de raíz se pudo observar que pese a que el tratamiento control presentaba el mayor número de estacas vivas su promedio en cuanto a número y longitud de raíz fue sumamente inferior en comparación a las estacas que estuvieron en contacto con las hormonas, siendo las concentraciones más bajas de cada tratamiento las que presentaron los valores más altos para estas variables; bajo estas observaciones probablemente el uso de las auxinas ANA e IBA favorezcan al desarrollo radicular como se puede observar en las figura 10.



Figura 12. Efecto de 7 tratamientos en estacas de *Passiflora tripartita*

La figura 12 indica el desarrollo de raíz, yemas y sobrevivencia de estacas de *P. ampullaceae* a los 90 días, (T1), Estaca viva, con bajo desarrollo de yemas, con desarrollo de raíz (T2), estaca viva, sin desarrollo de raíz ni yemas (T3), estacaba viva con desarrollo de yemas, sin desarrollo de raíz (T4), estaca viva, sin desarrollo de yemas, con formación de callo (T5), estaca viva, con buen desarrollo radicular y de yemas (T6), estaca viva con desarrollo notable de yemas y raíz (T7), estaca viva, sin desarrollo de yemas ni raíz.

Todos los resultados antes mencionados se detallan a continuación para cada variable.

De igual manera se realizaron pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas para determinar si los datos se ajustan a la curva de normalidad y poder determinar si existen diferencias significativas en cada variable planteada como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas para las diferentes variables evaluadas en el presente ensayo.

Variable	Normalidad ($p > 0,05$)	Grados de libertad	Homogeneidad ($p > 0,05$)
Número de plantas vivas	$< 2.2e-16$	6	0.16
Número de yemas vivas	$< 2.2e-16$	6	0.09
Número de raíces	$< 2.2e-16$	6	0,20
Longitud de raíz	$< 2.2e-16$	6	0,62

Realizada la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para muestras superiores a 50 datos se obtuvo un p valor menor a alfa .05 para todas las variables, lo cual indica que no existe normalidad en los datos.

Debido a que se obtuvo asimetría en las variables se comprobó la homogeneidad varianzas mediante el test de Levene al no existir normalidad, mismo que indicó que los datos presentan varianzas homogéneas, dado que el p valor es mayor a alfa .05.

6.2.1. Variable 1: Número de plantas vivas

Para la variable número de plantas vivas, no existe simetría en los datos, con lo cual se concluye anormalidad, sin embargo, se realizó el análisis de varianza para comprobar de manera estadística.

Análisis de la varianza (Kruskal Wallis)

Tabla 12. Análisis de la varianza para número de plantas vivas.

Análisis de la varianza (Kruskal Wallis)	
Grados de libertad	6
Chi cuadrado	4.83
p-value	0.57

Como se observa en la tabla 12 el p valor es 0.57, el cual es superior a .05, indicando así que no existe diferencia significativa en la variable número de plantas vivas.

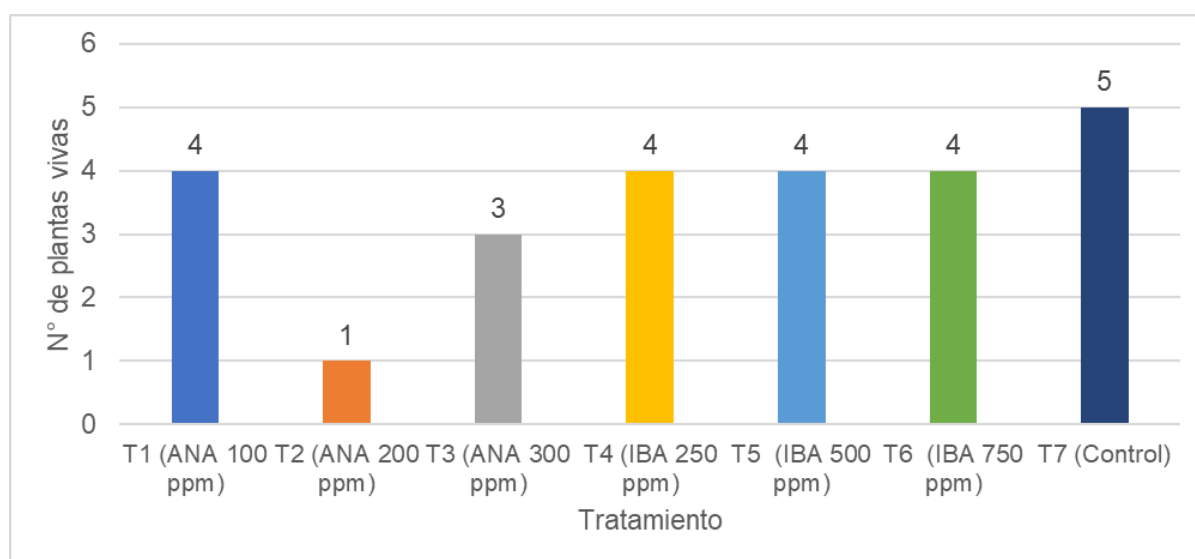


Figura 13. Número de plantas vivas a los 90 días de las estacas de *Passiflora tripartita*, al enraizamiento con la utilización de dos tipos de hormonas (ANA e IBA).

A nivel estadístico no existen diferencias significativas en la variable número de plantas vivas, sin embargo, se puede observar en la figura 13 que existen una tendencia homogénea de resultados para esta variable, observando que los tratamiento T1 (ANA 100 ppm), T4 (250 ppm), T5 (IBA 500 pm) y T6 (IBA 750 ppm) presentaron el mayor número de plantas vivas con un total de 4 por cada tratamiento, representando un 50% de eficiencia a nivel del tratamiento, seguido del tratamiento T3 (ANA 300 pm) con 3 (37,5%), y finalmente del tratamiento T2 (ANA 200 ppm) con 2 (25%), difiriendo con el T7 (Control) que tuvo un total de 5 plantas vivas al final del ensayo (62,5%), determinando de esta manera que le uso de hormonas para este ensayo presentó un 35,71% de eficiencia en esta especie, con una representatividad del 14,28% al uso de ANA y del 21,42% al uso IBA.

6.2.2. Variable 2: Número de yemas vivas

Para la variable número de yemas vivas, no existe simetría en los datos, por lo que se concluye anormalidad, se realizó el análisis de varianza para comprobar de manera estadística.

Análisis de la varianza (Kruskal Wallis)

Tabla 13. Análisis de la varianza para la variable número de yemas vivas.

Análisis de la varianza (Kruskal Wallis)	
Grados de libertad	6
Chi cuadrado	6.43
p-value	0.38

Como se observa en la tabla 13 el p valor es 0.38, indicando así que para alfa .05, no existe diferencia significativa en el número de yemas vivas por cada tratamiento.

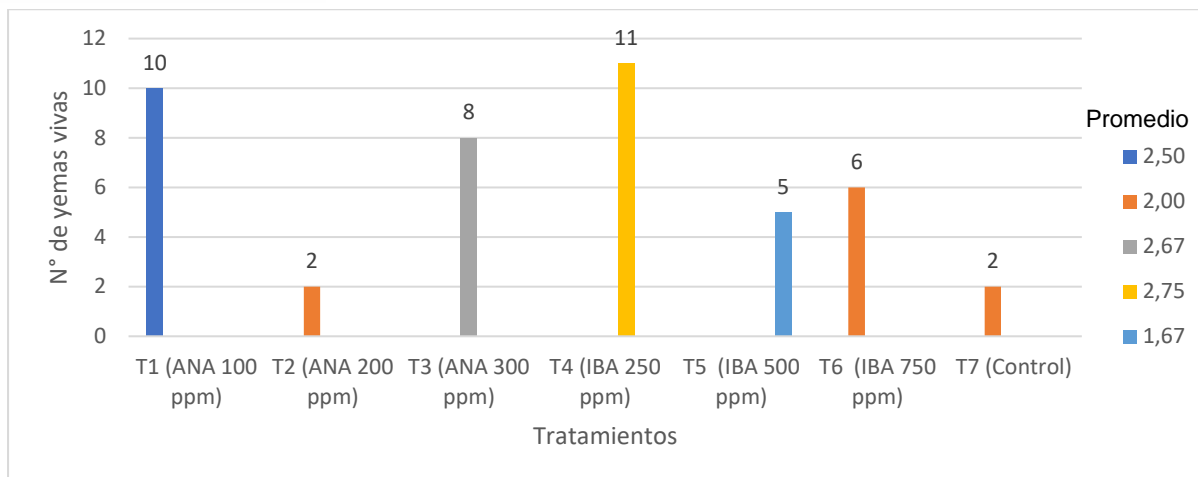


Figura 14. Número de yemas vivas y promedio por tratamiento a los 90 días en las estacas de *Passiflora tripartita*, con la utilización de dos tipos de hormonas (ANA e IBA).

De igual manera que en la variable número de platas vivas, a nivel estadístico no existen diferencias significativas, sin embargo, como se puede observar en la figura 14, existen leves diferencias en cada tratamiento, tomando en consideración que el número máximo de yemas en cada estaca al momento de la siembra fueron de 4 unidades, a los 90 días se evidenció un valor máximo de 3 yemas, obteniendo una media de 2 yemas por estaca. Entre las hormonas el tratamiento T4 (IBA 250 ppm) y T1 (ANA 100 ppm) presentaron el mayor número de yemas vivas con un total de 11 y 10 unidades respectivamente por cada tratamiento, seguido del tratamiento T3 (ANA 300 ppm) con 8, del tratamiento T6 (IBA 750 ppm) con 6, del tratamiento T5 (IBA 500 ppm) con 5 y de los tratamientos T2 (ANA 200 ppm) y T7 (Control) con 2 yemas vivas respectivamente; aparentemente el uso de las dosis más bajas de cada hormona favoreció al desarrollo de las partes vegetativas aéreas con respecto al control, que solo conservó 2 yemas de las 5 estacas vivas.



Figura 15. Desarrollo de yemas al contacto con ANA e IBA, se muestra el efecto del uso de hormonas en la parte vegetativa aerea, (A) estacas en contacto con ANA y (B) estacas en contacto con IBA a los 90 días.

6.2.3. Variable 3: Número de raíces

Para la variable número de raíces no se encontró normalidad en los datos, determinando que no existen diferencias significativas estadísticamente hablando.

Análisis de la varianza (Kruskal Wallis)

Tabla 14. Análisis de la varianza para la variable número raíces.

Análisis de la varianza (Kruskal Wallis)	
Grados de libertad	6
Chi cuadrado	4,36
p-valor	0.63

Como se observa en la tabla 14 el p valor es 0.63, indicando así que para el 95% de confianza, no se obtuvo diferencia significativa entre tratamiento para la variable número de raíces.

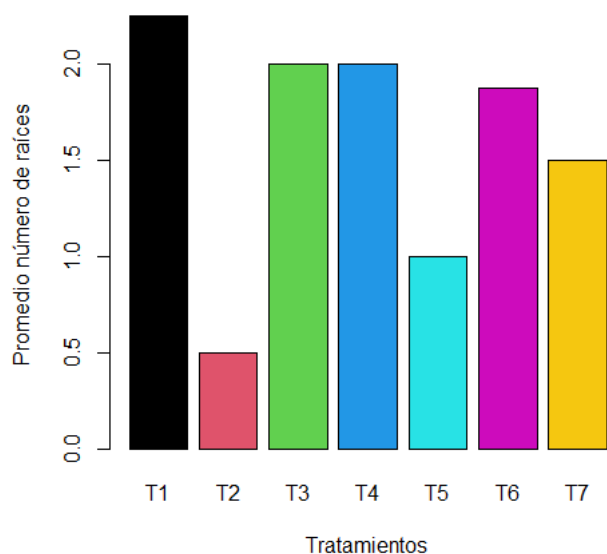


Figura 16. Promedio del número de raíces por cada tratamiento.

La figura 16 muestra el promedio de número de raíces por cada tratamiento, si bien el tratamiento T2 tiene valores bajos (promedio de 0.5), los demás tratamientos presentan promedios de T1: 2.5, T3: 2.0, T4: 2.0, T5: 1.0, T6: 1.9 y T7: 1.5 unidades por muestra, teniendo en cuenta estos promedios no hay diferencia significativa estadísticamente hablando. De esta manera, se concluye que el tratamiento T1 (ANA 100 ppm) es el que mejores resultados en cuanto a número de raíces presentó, seguido de los tratamientos T3 (ANA 300 ppm) y T4 (IBA 250 ppm), con un promedio de 2.0 unidades por muestra.

Número de raíces según la categoría

Tabla 15. Análisis de la varianza anova de dos factores para abundancia de raíces.

Análisis de la varianza (Anova)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Abundancia	2	13.56	6.78	3,23E+35	<2e-16***
Tratamientos	6	0.0	0.0	4,46E+03	0.8442
Residuals	47	0.0	0.0		

De acuerdo a los resultados obtenidos del anova de dos factores (tabla 15), se observó que no hay diferencia significativa entre tratamiento ni abundancia con respecto al número de raíces.

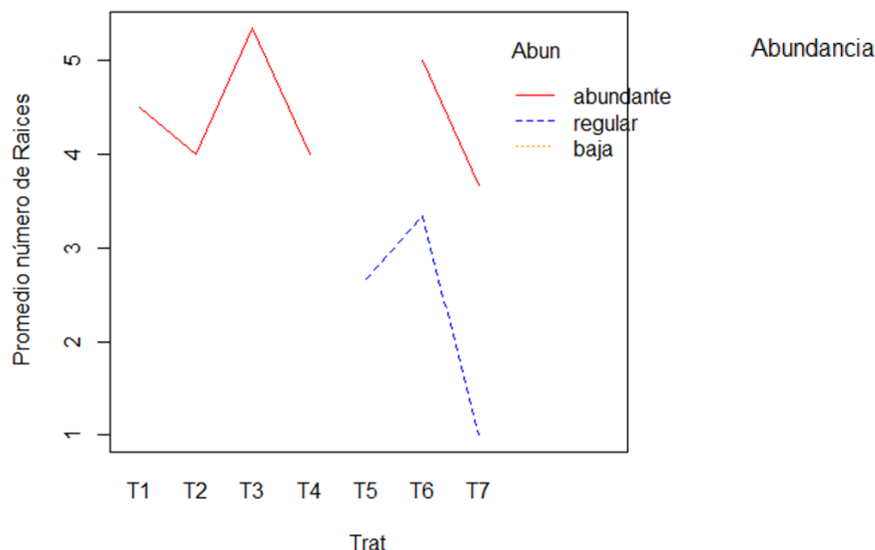


Figura 17. Gráfico de interacción entre tratamientos y abundancia de raíces.

La figura 17 muestra los promedios de acuerdo al número de raíces por cada tratamiento en función a la clasificación de abundancia de las raíces. De acuerdo a este gráfico se puede observar que el tratamiento T3 presenta mayor promedio en cuanto a presencia abundante de raíces, seguido del tratamiento T6 y T1, por otro lado, los tratamientos T4 y T7 presentaron un desarrollo regular en la variable número de raíces, con esto se podría mencionar que probablemente el tratamiento T3 (ANA 300ppm) tuvo mejores resultados en cuanto a abundancia de raíces con respecto a los demás tratamientos al uso de auxinas, para ello se sugiere replicar el estudio con el fin de validar estos primeros resultados.

6.2.4. Variable 4: Longitud de raíces
Análisis de la varianza (Kruskal Wallis)

Tabla 16. Análisis de la varianza para la variable longitud de raíces.

Análisis de la varianza (Kruskal Wallis)	
Grados de libertad	6
Chi cuadrado	6.77
p-valor	0.84

El análisis de la varianza de Kruskal Wallis para longitud de raíces (tabla 16), muestra que no existe diferencia significativa entre tratamientos de acuerdo al p valor (0.84) obtenido que se muestra en la tabla 20.

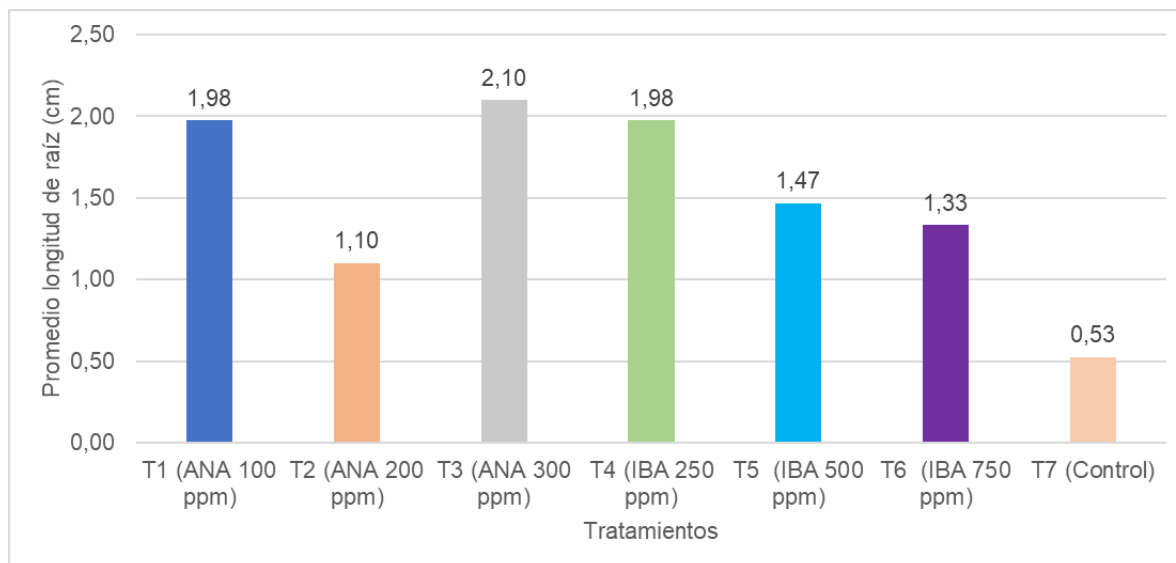


Figura 18. Longitud de raíz por cada tratamiento.

La figura 18 muestra el promedio alcanzado de cada tratamiento en cuanto a la longitud a los 90 días, a nivel estadístico no se encontraron diferencias significativas, como observamos en el gráfico de barras, los tratamientos T1 (ANA 100ppm) y T3 (ANA 300 ppm), presentaron las muestras con el promedio de longitud más largo alcanzado, con 1,98 y 2,10 cm, permitiéndonos suponer que *Passiflora tripartita* tendría un mejor desarrollo radicular al entrar en contacto con las diferentes concentraciones de ANA, por otra parte se puede observar que existe un desarrollo favorable de raíz al emplear IBA, pero como se puede observar el efecto de esta hormona disminuye al aumentar la concentración en cada tratamiento, además como se observa en la tabla 20, se evidencia los valores máximos y mínimos alcanzados en cada tratamiento, indicando una ligera variación entre tratamientos.

Tabla 17. Longitud alcanzada por cada tratamiento.

Tratamiento	V. Max (cm)	V. Min (cm)	Promedio (cm)
T1 (ANA 100 ppm)	2,6	1,5	1,98
T2 (ANA 200 ppm)	1,1	0	1,10
T3 (ANA 300 ppm)	2,1	0	2,10
T4 (IBA 250 ppm)	2,1	1,8	1,98
T5 (IBA 500 ppm)	1,6	1,3	1,47
T6 (IBA 750 ppm)	1,9	1,1	1,33
T7 (Control)	1,8	0,9	0,53

6.3. *Passiflora manicata*

En el tercer ensayo, se realizó el análisis de los resultados obtenidos por cada variable a los 90 días posteriores a la siembra de la especie *Passiflora manicata*, dentro de este estudio se pudo observar que para la variable número de plantas vivas no existió diferencias significativas. Se pudo observar que esta especie, difiere tanto de *Passiflora ampullaceae* y *Passiflora tripartita*, ya que estas dos especies presentaban un mayor número de estacas vivas en el control, mientras que esta especie, presentó el menor número de estacas vivas en el control y su desarrollo más bien se vio favorecido al contacto con las dos hormonas empleadas, permitiéndonos observar que, todos los tratamientos sometidos a las concentraciones tanto de ANA como de AIB presentaron un número de estacas vivas (Figura 22); Terminado este ensayo se pudo observar que, el uso de ANA (200ppm) e IBA (500 ppm) en diferentes concentraciones probablemente favorezca al desarrollo de estas de esta especie, por otra parte para las variables, número de yemas vivas y número de raíz se encontró diferencias significativas, cuando se analizó la variable número de yemas vivas se pudo observar que el tratamiento T2, tenía el mayor número de yemas vivas (12 unidades), seguido del tratamiento T5 (11 unidades), estas presentaron tanto el mayor número de yemas vivas, como el promedio más alto de yemas por estaca en cada tratamiento (Figura 22), de esta manera se puede determinar que el uso de ANA e AIB en las concentraciones sugeridas por los autores tienen un efecto positivo en el desarrollo de las partes vegetativas aéreas, de similar manera en la variable número de raíz se pudo observar diferencias significativas, siendo las concentraciones sugeridas por los autores (ANA 200 ppm y AIB 500 ppm) las que presentaron los valores más altos; bajo estas observaciones se determinó el uso de las auxinas ANA e IBA favorecieron al desarrollo radicular como se puede observar en las figuras (25, 26 y 27).

Todos los resultados antes mencionados se detallan a continuación para cada variable.

De igual manera se realizaron pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas para determinar si los datos se ajustan a la curva de normalidad y poder determinar si existen diferencias significativas en cada variable planteada como se muestra en la Tabla 21.

Tabla 18. Prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas para las diferentes variables evaluadas en el presente ensayo.

Variable	Normalidad ($p > 0,05$)	Grados de libertad	Homogeneidad ($p > 0,05$)
Número de plantas vivas	$< 2.2e-16$	6	0.34

Número de yemas vivas	< 2.2e-16	6	0.007
Número de raíces	< 2.2e-16	6	0,005
Longitud de raíz	< 2.2e-16	6	0,19

Realizada la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para muestras superiores a 50 datos se obtuvo un p valor menor a alfa .05 para todas las variables, lo cual indica que no existe normalidad en los datos.

Debido a que se obtuvo asimetría en las variables se comprobó la homogeneidad varianzas mediante el test de Levene al no existir normalidad, mismo que indicó que los datos presentan varianzas homogéneas en las variables, número de plantas vivas y longitud de raíz, dado que el p valor es mayor a alfa .05, sin embargo, se obtuvo diferencias en las variables número de yemas y de raíces respectivamente como se detalla a continuación.

6.3.1. Variable 1: Número de plantas vivas

Para la variable número de plantas vivas, no existe simetría en los datos, con lo cual se concluye anormalidad, sin embargo, se realizó el análisis de varianza para comprobar de manera estadística.

Análisis de la varianza (Kruskal Wallis)

Tabla 19. Análisis de la varianza para número de plantas vivas.

Análisis de la varianza (Kruskal Wallis)	
Grados de libertad	6
Chi cuadrado	12.79
p-value	0.05

Como se observa en la tabla 19 el p valor es 0.05, indicando así que no existe diferencia significativa en la variable número de plantas vivas.

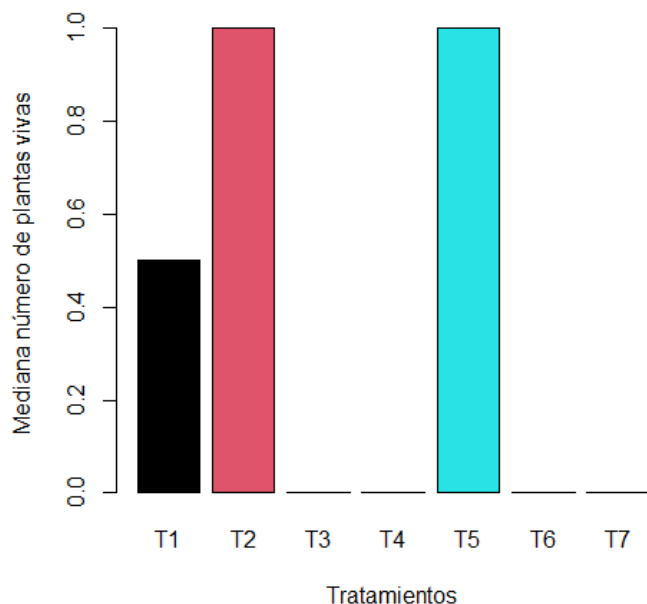


Figura 19. Gráfico de barras para la variable número de plantas vivas.

La figura 19 muestra los valores de la media y valores atípicos del número de plantas vivas por cada tratamiento, en los cuales se puede observar a simple vista que no existe diferencia significativa entre las medias de cada tratamiento para la variable número de plantas vivas.

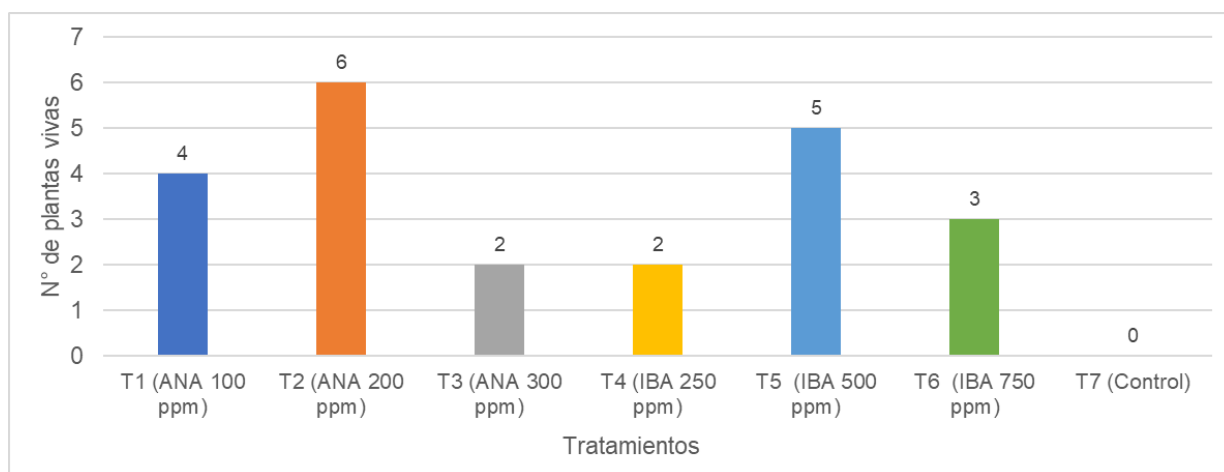


Figura 20. Número de plantas vivas a los 90 días de las estacas de *Passiflora manicata*, al enraizamiento con la utilización de dos tipos de hormonas (ANA e IBA).

A nivel estadístico no existen diferencias significativas en la variable número de plantas vivas, sin embargo, se puede observar en la figura 20 que existen leves diferencias en los datos, concluyendo que los tratamiento T2 (ANA 250 ppm), presentó el mayor número de plantas vivas con un total de 6 por cada tratamiento, representando un 75% de eficiencia a nivel del tratamiento, seguido del tratamiento T5 (IBA 500 pm) con 5 (62,5%), del tratamiento T1 (ANA 100 ppm) con 4 (50%), del tratamiento T6 (IBA 750 ppm) con 3 (37,5%) y finalmente de los

tratamientos T3 (ANA 300 ppm) y T4 (ANA 250 ppm) con 2 cada una (25%), difiriendo con el T7 (Control) que no tuvo plantas vivas al final del ensayo, determinando de esta manera que el uso de hormonas para este ensayo presentó un 39,29% de eficiencia en esta especie, con una representatividad del 21,4% al uso de ANA y del 17,85% al uso IBA.

Variable 2: Número de yemas vivas

Para la variable número de yemas vivas, existe simetría en los datos, por lo que se concluye normalidad, se realizó el análisis de varianza para comprobar de manera estadística.

Análisis de la varianza (Kruskal Wallis)

Tabla 20. Análisis de la varianza para la variable número de yemas vivas.

Análisis de la varianza (Kruskal Wallis)	
Grados de libertad	6
Chi cuadrado	15.5
p-value	0.015

Como se observa en la tabla 20 el p valor es 0.015, indicando así que para alfa .05, existe diferencia significativa en el número de yemas vivas por cada tratamiento.

Tabla 21. Análisis de diferencias para la variable número de yemas vivas.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
T2	<u>0.01765</u>	-	-	-	-	-
T3	1.00000	<u>0.01765</u>	-	-	-	-
T4	0.54209	0.00349	0.54209	-	-	-
T5	0.07156	0.54209	0.07156	<u>0.01765</u>	-	-
T6	0.54209	<u>0.00349</u>	0.54209	1.00000	0.01765	-
T7	<u>0.22536</u>	<u>0.00057</u>	0.22536	0.54209	<u>0.00349</u>	<u>0.54</u>

El análisis de la varianza muestra que existe diferencia significativa entre T2 y los tratamientos, T1, T3, T4 T6 y T7. Así mismo el T4 muestra diferencia con el T5, se muestran diferencias entre T5, T6 y T7, ya que presentan valores menores a 0.05. Indicando diferencias en el número de yemas vivas al 95% de confianza.

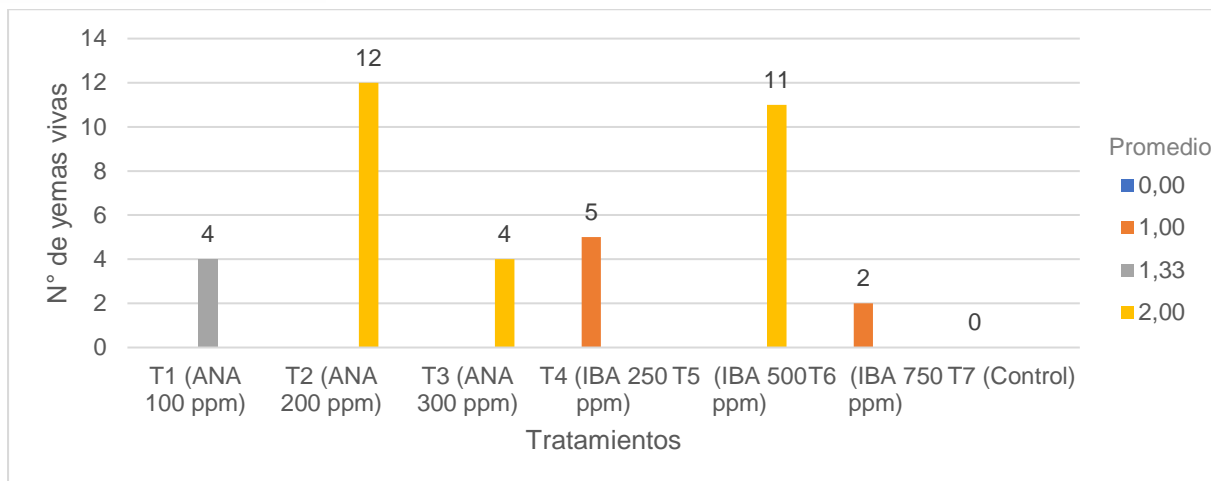


Figura 21. Número de yemas vivas y promedio por tratamiento a los 90 días en las estacas de *Passiflora manicata*, con la utilización de dos tipos de hormonas (ANA e IBA).

En la variable número de yemas vivas, existen diferencias significativas, como se puede observar en la figura 21, entre las hormonas el tratamiento T2 (ANA 200 ppm) y T5 (IBA 500 ppm) presentaron el mayor número de yemas vivas con un total de 12 y 11 unidades respectivamente por cada tratamiento, seguido del tratamiento T4 (IBA 250 pm) con 5, del tratamiento T1 y T3 con 4 y del tratamiento T6 con 2, obteniendo un promedio máximo de 2 para esta especie, tratamiento control no obtuvo resultados.

6.3.2. Variable 3: Número de raíces

Análisis de la varianza (Kruskal Wallis)

Tabla 22. Análisis de la varianza para la variable número raíces.

Análisis de la varianza (Kruskal Wallis)	
Grados de libertad	6
Chi cuadrado	16.73
p-valor	0.010

Como se observa en la tabla 25 el p valor es 0.010, indicando así que para el 95% de confianza, se obtuvo diferencia significativa entre tratamiento para la variable número de raíces.

Tabla 23. Análisis de la varianza para la variable número raíces.

T1	T2	T3	T4	T5	T6
----	----	----	----	----	----

T2	1.000	-	-	-	-	-
T3	1.000	0.424	-	-	-	-
T4	1.000	0.424	1.000	-	-	-
T5	1.000	1.000	1.000	1.000	-	-
T6	0.424	<u>0.015</u>	1.000	1.000	0.424	-
T7	0.424	<u>0.015</u>	1.000	1.000	0.424	1.000

La tabla 23 muestra el análisis de la varianza (Kruskal Wallis), en el cual se obtuvo diferencias significativas entre T2 y T6 y T7 en cuanto a número de raíces. Como se puede observar en el gráfico que se muestra existe diferencia notable entre el T2 (ANA 200 ppm), T6 (IBA 750 ppm) y T7 (control).

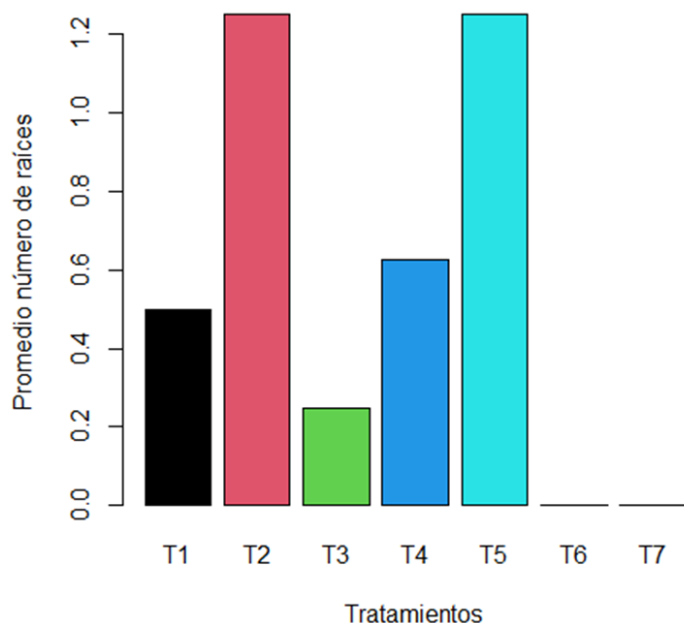


Figura 22. Promedio del número de raíces por cada tratamiento.

La figura 22 muestra el promedio de número de raíces por cada tratamiento, si bien los tratamientos T6 y T7 no presentaron valores (promedio de 0), los demás tratamientos presentan promedios de T1: 0.5, T2: 1.3, T3: 0.3, T4: 0.6 y T5: 1.3 unidades por muestra, teniendo en cuenta estos promedios se evidenció que hay diferencia significativa estadísticamente hablando. Sin embargo, se concluye que los tratamientos T2 (ANA 200 ppm) y T5 (IBA 500 ppm) presentaron los mejores resultados en cuanto a número de raíces.

Número de raíces según la categoría

Tabla 24. Análisis de la varianza anova de dos factores para abundancia de raíces.

Análisis de la varianza (anova)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Abundancia	1	3.6978e-31	3.6978e-31	16.1765	0.002009 **
Tratamientos	4	1.6763e-31	4.1910e-32	1.8333	0.192744
Residuals	11	2.5145e-31	2.2860e-32		

De acuerdo a los resultados obtenidos del anova de dos factores (tabla 24), se observó que existe diferencia significativa entre tratamientos en cuanto a la abundancia del número de raíces.

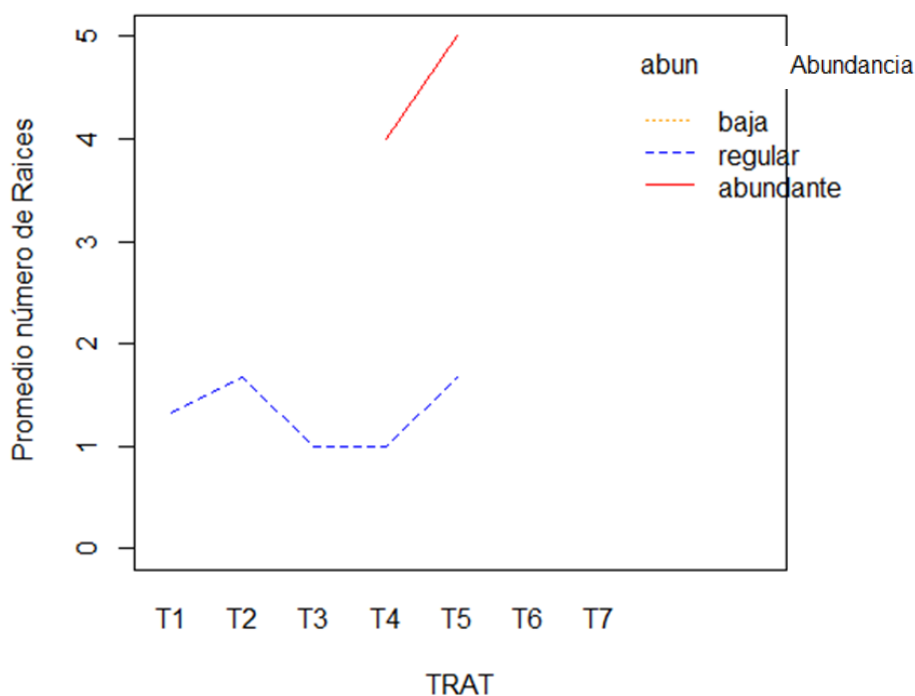


Figura 23. Gráfico de interacción entre tratamientos y abundancia de raíces.

La figura 20 muestra los promedios de acuerdo al número de raíces por cada tratamiento en función a la clasificación de abundancia de las raíces. De acuerdo a este gráfico se puede observar que el tratamiento T5 presenta mayor promedio en cuanto a presencia abundante de raíces, seguido del tratamiento T4, por otro lado, los tratamientos T1, T2 y T3 presentaron un desarrollo regular en la variable número de raíces, con esto se concluye que el tratamiento T5 (IBA 500 ppm) tuvo mejores resultados en cuanto a abundancia de raíces con respecto a los demás tratamientos.

6.3.3. Variable 4: Longitud de raíces

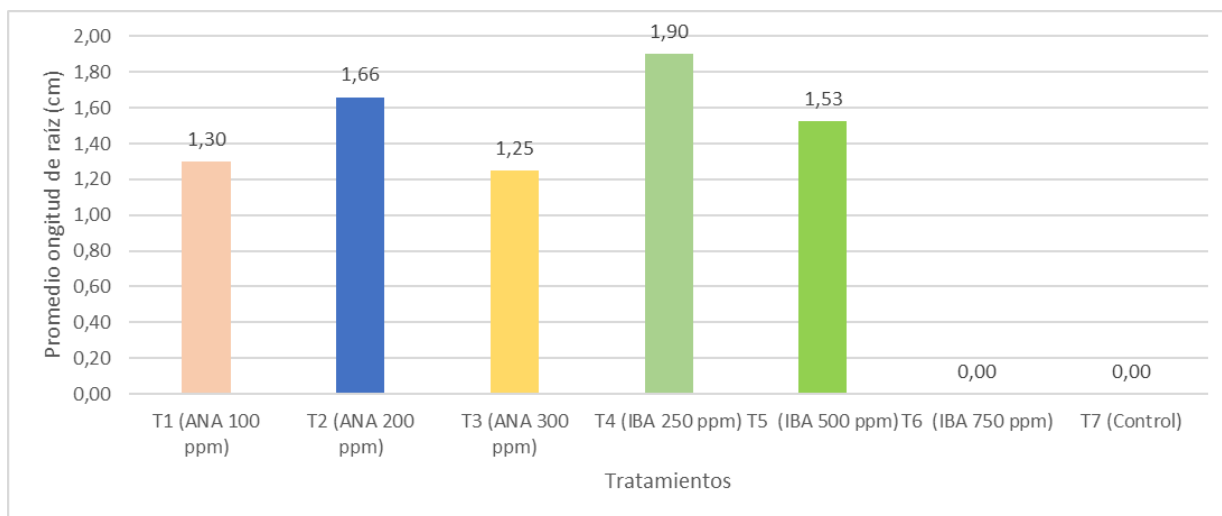


Figura 24. Longitud de raíz por cada tratamiento.

La figura 21 muestra el promedio alcanzado de cada tratamiento en cuanto a la longitud a los 90 días, a nivel estadístico se encontraron diferencias significativas en cuanto al número de raíces, como observamos en el gráfico de barras, los tratamientos T2 (ANA 200 ppm) y T4 (IBA 250 ppm), presentaron las muestras con el promedio de longitud más largo alcanzado, con 1,66 y 1,90 cm respectivamente por tratamiento, a la vez se puede observar que para la variable longitud de raíz el efecto de la hormona AIB aparentemente disminuye al aumentar la concentración, mientras que en ANA las concentraciones no difieren mucho entre tratamientos pero se destaca T2 quien presentó los mejores resultados, bajo estas observaciones se sugiere replicar el ensayo en esta especie con las mismas concentraciones.

Tabla 25. Longitud alcanzada por cada tratamiento.

Tratamiento	V. Max (cm)	V. Min (cm)	Promedio (cm)
T1 (ANA 100 ppm)	1,5	1,3	1,30
T2 (ANA 200 ppm)	2	1,1	1,66
T3 (ANA 300 ppm)	1,4	1,1	1,25
T4 (IBA 250 ppm)	2,1	1,7	1,90
T5 (IBA 500 ppm)	1,9	1,1	1,53
T6 (IBA 750 ppm)	-	-	-
T7 (Control)	-	-	-

La tabla 25, evidencia los valores máximos y mínimos en cada tratamiento, indicando una ligera variación entre tratamientos.

6.4. *Passiflora ligularis*

En el cuarto ensayo, se realizó el análisis de los resultados obtenidos a los 90 días posteriores a la siembra de la especie *Passiflora ligularis*, para esta especie no se encontraron resultados, ya que se contabilizó un total de 3 muestras vivas de las 56, mismas que pertenecían a tratamientos diferentes y no indicaron desarrollo de raíces ni yemas, por lo que se descartó su análisis estadístico al no tener un número de datos considerable en la muestra.

7. Discusión

Efecto de los tratamientos en las cuatro especies de *Passifloras*

Durante el análisis de los datos, los resultados obtenidos en las diferentes variables estudiadas, indicaron que no existieron diferencias significativas estadísticamente hablando en tres de las cuatro especies analizadas, sin embargo, a los 90 días de estudio se pudo observar que el uso de las hormonas ANA e AIB favorecieron en un porcentaje bajo al desarrollo y longitud de raíz, yemas y mortalidad de estacas en tres de las cuatro especies, coincidiendo en las observaciones obtenidas en otros estudios, como mencionan Torres et al., (2008), el empleo de hormonas inductoras al enraizamiento como ANA y AIB aumenta las posibilidades de éxito al propagar de manera asexual ya que favorece al desarrollo, tamaño y calidad del sistema radicular, de ahí que, para que este éxito sea considerable los factores edáficos deben estar controlados. Langé (2014), señala que el uso de estas auxinas es una herramienta viable y favorable para el enraizamiento de especies que presentan dificultad para enraizar ante los diferentes factores que intervienen en su reproducción, por lo que tomar en consideración más variables en futuras investigaciones nos permitirá ampliar el nivel de datos y obtener mejores resultados, como los realizados por, Lopez et al., (2004) quienes en su estudio destacan que al controlar las variables, los tratamientos y los factores tanto físicos como edáficos, se pueden obtener porcentajes del 81,25% de enraizamiento al emplear diferentes concentraciones de ANA en estaquillas.

A nivel tanto general como individual de cada especie los tratamientos tanto en ANA como en AIB en diferentes concentraciones presentaron niveles de eficiencia inferiores al 50% para la variable número de estacas vivas, dejando ver que, no existen diferencias significativas, en el caso de ANA en concentraciones de 100 a 200 ppm en la especie *Passiflora ampullaceae*, se obtuvieron diferencias a nivel de tratamientos en un rango del 25 al 37,5% de eficiencia, valores que se encuentran por debajo de estudios realizados como los de Carranza (2012) quien obtuvo valores que oscilan entre los 61 y 97% de sobrevivencia o los valores obtenidos por Angulo (2015) quien en su estudio reporta que no existen diferencias significativas entre

tratamientos, pero que en dosis de 1200 mg kg⁻¹ de ANA + 1200 mg kg⁻¹ de AIB obtuvo un porcentaje del 69% de sobrevivencia.

Para la variable número de raíces o porcentaje de enraizamiento, de igual forma no se encontraron diferencias significativas ya que el porcentaje de enraizamiento presentó promedios bajos, pero se evidenció que existe un desarrollo más favorable al emplear ANA y AIB en las estaquillas en comparación al testigo, coincidiendo con estudios similares encontrados, como los desarrollados por Oliva (2005), quién determinó que al tratar las estaquillas con ANA en una concentración de 200 ppm, obtuvo un porcentaje del 33% de enraizamiento, coincidiendo también con los estudios de Caleño y Morales (2019), que señalan que no hubo diferencias significativas, pero encontraron que el número de raíces por muestra fue mayor en las estacas que fueron tratadas con ANA en comparación a las que se trataron con sábila y al testigo en las especies *Passiflora dawei* y *Passiflora erytrophylla*.

La formación de raíces se mostró con un nivel bajo; sin embargo, a nivel de tratamientos el uso de AIB presentó mejores resultados, en el caso de AIB en concentraciones de 500 y 750 ppm se obtuvo un rango del 28 al 50% de eficiencia a nivel de tratamiento en las especies *Passiflora ampullaceae* y *Passiflora tripartita*, coincidiendo con la investigación realizada por Palma et al., (2010), quienes no encontraron diferencias estadísticas significativas en su estudio, pero notó que existió un mejor desarrollo en la formación de callo en sus estacas al emplear una dosis de 250 ppm de AIB, alcanzando un promedio de 31,6% en desarrollo o formación de raíz, evidenciando que pudiera existir un mejor desarrollo al incrementar la dosis, como lo menciona Angulo (2015), quien señala de igual manera que no obtuvo diferencias significativamente hablando, pero que al analizar en su experimento, de 4 tratamientos en diferentes concentraciones de ANA y AIB, notó que existen mejores resultados al tener una mayor concentración, pudiendo alcanzar un porcentaje del 69% de eficiencia al emplear dosis de 1200 mg/L de las dos hormonas. De igual manera los autores por Castrillo, Carvajal, Ligarreto, y Magnitskiy, (2008), reportaron que, en su estudio se obtuvo diferencias al emplear AIB 200 mg·L⁻¹ pudiendo alcanzar un porcentaje de enraizamiento del 18,7%, resultado éste que se asemeja al obtenido en la presente investigación.

En los primeros estudios desarrollados en el género *Passiflora*, los autores Moran y Robles (1979) ya destacaban en sus ensayos el uso de hormonas como el AIB para tratar estacas de *Passiflora edulis* en su reproducción, señalando que al emplear dosis de 750 a 2000 ppm se puede obtener resultados favorables a los 70 días, de igual manera Rufini et al., (2002) evidenciaron que el uso de AIB en mayores concentraciones aumenta el porcentaje de enraizamiento, pero destaca que el éxito es favorable en ciertas épocas del año donde las

temperaturas son cálidas, así mismo Meletti et al., (2007) encontró mejores resultados al elevar la concentración a 3000 ppm obteniendo un porcentaje de enraizamiento del 95,66% en condiciones controladas; sin embargo, cabe destacar que el aumento de concentración en el caso del estudio de Meletti se lo desarrollo en condiciones de laboratorio y con un ambiente controlado, mientras que los resultados obtenidos por los autores antes citados corresponden en su mayoría a ensayos realizados en campo, como lo indican de la misma manera Otahola y Vidal (2010).

Por otra parte, para la variable número de yemas vivas, de igual manera no se encontraron diferencia significativas, pero a nivel de tratamientos se evidenció que al emplear tanto ANA como AIB existe un desarrollo más favorable al generar un crecimiento radicular de mejor calidad, coincidiendo con el estudio de Otahola y Vidal (2010), los cuales señalan que se presentó un mayor porcentaje de sobrevivencia de nudos al uso de ANA, obtenido un promedio de 2 nudos por estaca; como mencionan Morillo et al., (2016), que a pesar de que se puedan evidenciar leves desarrollos vegetativos entre tratamientos, lo más seguro es que estas partes vegetativas tiendan a tener un desarrollo menor o sufran una descompensación e incluso la muerte celular, ya que, la especie tiende a emplear sus recursos al desarrollo radicular compartiendo el mismo criterio que los autores, Mendoza, Celis y Pachon (2012), por ende es importante conocer las características agronómicas de cada especie, ya que de estas depende el desarrollo del tejido tanto radicular como vegetal (Ryser y Lambers, 1995; Ryser y Eek, 2000).

En cuanto a la variable longitud de raíz, se pudo evidenciar que el uso de ANA y AIB favorecen al desarrollo radicular de manera distinta en cada una de las especies, alcanzando longitudes de 2.8 cm al uso de ANA y 2.3 cm al uso de AIB como valores máximos, coincidiendo con Mamani (2022), mismo que reportó en su ensayo que a los 90 días posteriores a la siembra de las estaquillas, encontró un mayor desarrollo del sistema radicular al aplicar AIB en dosis de 1,0 ml y 1,25 ml, obteniendo valores de 15,10 y 15,40 cm en estaquillas de maracuyá (*Passiflora edulis* L.). De igual manera, Angulo (2015) señala en su estudio que, la aplicación de los diferentes tratamientos con la auxina ANA favorece al desarrollo radicular alcanzando valores máximos de 7.68 cm al usar 1200 mg/L. de ANA + 1200 mg/L. de AIB diferenciándose del testigo que alcanzó un máximo de 4.59 cm, permitiéndonos observar que el uso de auxinas favorece al crecimiento radicular en estaquillas de badea (*Passiflora quadrangularis* L.); igualmente, Carraza (2012), menciona que obtuvo valores máximos de 3.22 cm al utilizar reguladores de tipo auxinas como ANA y AIB.

Por otra parte para la especie *Passiflora ligularis*, no se reportan resultados puesto que a los 90 días no se contabilizó estacas vivas, únicamente se pudo observar 3 estacas que presentaban tonalidad verdosa pero que no presentaron ni formación de callo ni de yemas, este caso se puede asociar a que la especie ha sido domesticada y que las muestras obtenidas fueron recolectadas de la parte de baja de la zona montañosa, específicamente en el centro de la parroquia San Gerardo, mientras que las especies *P. manicata*, *P. tripartita* y *P. ampullaceae*, se desarrollan en estado silvestre y no han sido domesticadas, por lo que se las puede ubicar en estribaciones o zonas altas de montaña; para la granadilla *P. ligularis*, al ser una especie domestica no tolera condiciones edáficas extremas como mencionan Díaz y Múnera (2002). De ahí que, para poder establecer este tipo de cultivo de manera comercial con esta especie, se requiere que exista un rango de temperatura entre los 12 a 24° C, de igual manera Saldarriaga (2001) señala que con temperaturas inferiores a los 16° C, el crecimiento y desarrollo se vuelve más lento deteriorando la integridad de la planta, según los datos de las estaciones meteorológicas de la empresa Dundee, para los meses de febrero y marzo se registraron temperaturas inferiores a los 4°, pudiendo suponer que a pesar de que el ensayo se encontraba al interior del vivero, las condiciones extremas de frío y las constantes heladas provocaron que la especie se deteriore y que los tejidos vegetativos expuestos, como las yemas, se quemen ante las bajas temperaturas. Po otra parte las condiciones de paramo, la alta humedad de la zona, las constantes precipitaciones y las temperaturas y los factores edáficos pueden diferenciar los resultados en comparación con otros estudios, como mencionan Ocampo et al., (2009), cuando existen regiones que presentan condiciones con mucha nubosidad y alta incidencia de frío, se reduce la acción de la fotosíntesis ocasionando un retraso en el desarrollo de las especies.

Conclusiones

Respondiendo a los objetivos planteados al inicio de esta investigación, se concluye que, los factores de estudio analizados en la presente investigación responden a un análisis univariado, dentro de las variables consideradas en las cuatro especies de *Passiflora*, no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la variable número de estacas vivas, el efecto de las dos hormonas empleadas generó datos diferenciados en cada especie, puesto que la interacción y respuesta varía levemente. A pesar que no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos y especies, se puede concluir que existió un mayor número de estacas vivas cuando, se aplicó ANA en una concentración de 100 ppm y de IBA en una concentración de 500 ppm para las especies *Passiflora ampullaceae* y *Passiflora tripartita*, mientras que para *Passiflora manicata* se concluye que las concentraciones ANA 200 ppm y AIB 500 ppm, sugeridas por los autores, favorecen al desarrollo tanto de raíces como de partes vegetativas aéreas; de esta manera el efecto de las diferentes concentraciones de las 2 hormonas en las 4 especies favoreció al desarrollo de raíces y yemas.

Cada una de las especies mostraron una respuesta diferente al efecto de las hormonas, se evidenció que el uso de estas dos hormonas favorece el desarrollo radicular y vegetativo, pero a nivel de tratamiento no existe un patrón de respuesta similar entre especies. En el caso de *P. ampullaceae*, los mejores resultados se obtuvieron al aplicar altas concentraciones de AIB, mientras que, en *P. tripartita*, los resultados más sobresalientes se presentaron al usar la dosis más baja de ANA y una tendencia similar al usar AIB; finalmente en *P. manicata*, los resultados fueron similares a usar ANA e AIB siendo superiores al testigo, concluyendo que cada especie reacciona de manera tanto al contacto con ANA como con IBA.

Recomendaciones

De los resultados y conclusiones obtenidas se sugiere las siguientes recomendaciones:

Realizar estudios complementarios, abarcando las variables climáticas y edáficas con el fin de determinar la adaptación de estas especies y su comportamiento en diversas zonas.

Incluir variables adicionales como longitud de yemas y tamaño de la estaca.

Es recomendable replicar ensayos con dosis más altas y reincidiendo con las que presentaron los mejores resultados, bajo las mismas condiciones medioambientales presentadas en esta investigación.

En base a los resultados y otros estudios se recomienda probar combinaciones entre las hormonas, con el fin de generar más información que ayude a propagar estas especies.

Referencias

- Aguilar, J. C. (2006). Evaluación de cuatro métodos de propagación asexual del maracuyá *Passiflora edulis*.
- Andagoya C. (2017). Enraizamiento por acodo aereo de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *Flavicarpa* Deg.) con el empleo de hormonas de enraizamiento ácido naftalenacético (ana) y ácido indolbutírico (AIB). Universidad Técnica estatal de Quevedo.
- Angulo, O. (2015). Propagación vegetativa de badea (*Passiflora quadrangularis* L) por medio de ramillas utilizando hormonas ANA y AIB en el cantón buena fé. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Balaguera, H.E., J.G. Alvarez y J. Cardenas. (2010). Efecto de la estratificación fría y la cobertura plastica en semillas de gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) para la obtención de plantulas. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica
- Bonilla, M., Aguirre A. & Agudelo O. (2015). *Passiflora* morphology: a guide for the description of species. Revista de Investigación Agraria y Ambiental – Volumen 6 Número 1– ISSN 2145-6097.
- Caleño-Ruíz, B. L. y Morales-Liscano, G. (2019). Propagación asexual de especies endémicas y amenazadas del género *Passiflora* en los Andes colombianos. Colombia Forestal.
- Campana, B.M.R. y M.J. Ochoa. (2008). Propagación vegetativa ó agámica de especies frutales. pp. 135-196. En: Sozzi, O.G. (ed.). Árboles frutales. Ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Carranza, R. (2012). Efectos de distintas concentraciones hormonales en la inducción de raíces en estacas de pimienta negra (*piper nigrum*). Tesis de grado Investigativo previo a la obtención del título de Ingeniero Agronomo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.
- Castrillón, J.; Carvajal, E.; Ligarreto, G.; Magnitskiy, S. (2008). El efecto de auxinas sobre el enraizamiento de las estaquillas de agraz (*Vaccinium meridionale* Swartz) en diferentes sustratos. Agronomía Colombiana.

- Castro, J.J. (2001). Guía Básica Para El Establecimiento y Mantenimiento Del Cultivo de La Granadilla (*Passiflora Ligularis* Juss.). ASOHOFrucol, Fondo Nacional del Fomento Hortofrutícola, Bogotá.
- Cutire, O., Desarrollo, O. F.(2005). Técnicas de propagación y mejoramiento del cultivo del tumbo (*Passiflora mollisima*) en tarata. Revistas.Unjbg.Edu.Pe. Retrieved September 27, 2021.
- Cuya, P., (2018). Propagación de granadilla (*Passiflora ligularis*), empleando dos formas de injerto, dos tipos de pluma y dos cámaras húmedas individuales. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima-Perú.
- Chapman, T. (1963). Passion fruit growing in Kenia. Economic Botany, Baltimore, v. 17, n.3.
- Chaves, R.C., N.T.V. Junqueira, I. Manica, J.R. Peixoto, A.V. Pereira y J.F. Fialho. (2004). Enxertia do maracujazeiro-azedo em estacas herbáceas enraizadas de espécies de pasifloras nativas. Rev. Bras. Frutic.
- Díaz D., C.A. y G.E. Múnera U. (2002). Contribución al conocimiento de los sistemas productivos de tomate de árbol, lulo, granadilla y mora en Colombia. Cdtf; Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia.
- Domínguez, J. M. (2018). Identificación molecular del género *Passiflora* (*Passifloraceae*), de la región norte del Ecuador por medio del método DNA Barcoding.
- Dublin, P. (1991). Multiplicación Vegetativa de café, hevea y cacao, capítulo 26. In: Roca, W. M. y L. A. Mroginski. 1991. Cultivo de tejidos en la Agricultura, Fundamentos y Aplicaciones. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Colombia. 577-596 p.
- Esashika, D. (2018). Fenología e morfometría de flores e frutos de espécies e híbridos de *Passiflora* spp. visando ao melhoramento genético.
- Feuillet, C. & MacDougal, J. (2003). A new infrageneric classification of *Passiflora* L. (*Passifloraceae*). *Passiflora*.
- Flores-Mora, D., & Brenes-Madriz, J. (2004). Establecimiento, micropropagación y enraizamiento *in vitro* de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss).

- Florez, A., & Omote, R. (2021). Biofertilizantes y bioestimulantes para uso agrícola y 57 acuícola: Bioprocesos aplicados a subproductos orgánicos de la industria pesquera. Scielo.
- Forero, A. y N. Becerra. (2008). Propagación de gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) por estacas. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Fouqué, A. (1972). Espèces frutières d'Amérique tropicale. Fruits, Paris, v. 27, n.5.
- Galucio, P. B. (2002). Producción de mudas de camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) por estacas utilizando ramas provenientes de diferentes tipos y posiciones de la planta. Nota Técnica. INPA-Brasil.
- Gaona-Gonzaga, P., Vásquez-Rojas, L., Aguayo-Pacas, S., Viera-Arroyo, W., Viteri-Díaz, P., Sotomayor-Correa, A., Medina-Rivera, L., Mejía-Bonilla, P., & Cartagena-Ayala, Y. (2020). Response of sweet passion fruit (*Passiflora ligularis* Juss) cultivar “colombiana” to the supply of nitrogen and potassium through fertirrigation. Manglar, 17(1), 75–82.
- Hartmann y Kester. (1995). Propagación de Plantas. Editorial Continental. México.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T., Geneve, R.L. (1997). Plant Propagation: Principles and Practices. Prentice-Hall Inc., EE.UU.
- Hofstede R, Segarra P, Mena P (2003). Los páramos del mundo: Proyecto atlas mundial de los páramos. Global Peatland Initiative/NCIUCN/Ecociencia, Quito, Ecuador, 300 p.
- Jorgensen, P., Tye, A. (2017). *Passifloraceae*. En: León-Yáñez, S., R. Valencia, N. Pitmam, L. Endara, C. Ulloa Ulloa y H. Navarrete (Eds). Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador. Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- Killip E.P. (1938) The American Species of *Passifloraceae*. Field Museum of Natural History Publication. Botanical Series.
- Langé P. (2013). Efecto de auxinas en el enraizamiento de estaquillas de *Buxus sempervirens* L. En distintas épocas del año. Facultad de Ciencias Agrarias Maestría en Cultivos Intensivos. Universidad Nacional del Litoral.

- Langé, P. (2013). Efecto de auxinas en el enraizamiento de estaquillas de *Buxus Sempervirens* L. En distintas épocas del año [Tesis de grado, Universidad Nacional Del Litoral].
<https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/530/tesis.pdf?sequence=1>
- León-Yáñez, S., R. Valencia, N. Pitmam, L. Endara, C. Ulloa Ulloa y H. Navarrete (2017). Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador. Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- Loaiza, C. (2013). Propagación vegetativa de la gulupa para la multiplicación clonal de plantas élite (*Passiflora edulis f. edulis sims*).
- Lopez, A. Burgos, A. Cenoz, P. (2004). Evaluación de un regulador de crecimiento en prendimiento de estacas de anís de campo (*Ocimum selloi*). Comunicaciones científicas y tecnológicas. Universidad nacional del noreste. Argentina.
- Mamani, E. (2022). Evaluación comparativa de enraizantes en propagación de plantas en el cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis* L.) en el vivero de la Unjpsc. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú.
- Maicelo, J., Guevara, E., Barboza, E., Oliva, M. & Zootecnista, I. (2017). Evaluación de tres tipos de injertos de granadilla sobre maracuyá con púas producidas en medio hidropónico y en sustrato sólido, Chachapoyas. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 1(1), 70–79.
- Meletti, L.; Barbosa, W.; Pio, R.; Santana, L.; Costa, A. y Pires, N. (2007). Influência da estação do ano, da presença de folhas e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). *Revista Científica UDO Agrícola* Volumen 7. Número 1. Año 2007.
- Mendoza-F, C., Celis-F, A. y Pachón-S, M. E. (2012). Evaluation of Propagation Methods by Seeds and Cuttings in *Piper aduncum* (Piperaceae). *Acta Horticulture*.
- Meng, Y., Song, S., & Landrein, S. (2021). *In vitro* organogénesis and plant regeneration of *Passiflora xishuangbannaensis*, a species with extremely small populations. *Global Ecology and Conservation*, 31, e01836.

- Miranda, D., Fischer, G., Carranza, C., Fánor, S. M., Wilson, C., Luis, P., & Flórez, E. (n.d.). Cultivo, poscosecha y comercialización de las *Passifloráceas* en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba.
- Moran Robles, M. J. (1979). Potential morphogenetique des entrenoeuds de *Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degemer et de *P. molissima* Bailey en culture in vitro. Turrialba.
- Morillo, L. F., Eras, V. H., Moreno, J., Minchala, J., Muñoz, L., Yaguana, M.,... Sinche, M. (2016). Estudio fenológico y propagación de *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch, en la comunidad de Malvas, cantón Zapotillo, provincia de Loja. Bosques Latitud Cero.
- Navarrete Tipas, J. A. (2017). Estudio de la producción y comercialización de granadilla (*Passiflora ligularis*) en la provincia de Imbabura.
- Ocampo, J. (2007). Study of the genetic diversity of genus *Passiflora* L. and its distribution in Colombia. Thesis Ph.D., Centre International d'Etudes Supérieures en Sciences Agronomiques – SupAgro Montpellier (France).
- Ocampo, J.A., Coppens d" Eeckenbrugge, G., Jaramillo, N. 2009. Caracterización agromorfológica del maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) y de la gulupa (*Passiflora edulis* f. *edulis*). En: Miranda, D.; Fischer, G.; Carranza, C.; Magnitskiy, S.; Casierra, F.; Piedrahíta, W. y Flórez, L. (eds.). Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá, Colombia.
- Oliva C. (2005). Efecto de fitorreguladores enraizantes y la temperatura en el enraizamiento de estaquillas de *Myrciaria dubia* (HBK) Mc Vaugh, camu camu arbustivo, en Ucayali - Perú. Folia Amazonica.
- Oliva C., & López A. (2005). Efecto del Ácido Naftalenacético, en el enraizamiento de estacas de *Myrciaria dubia* (hbk) mc vaugh, camu camu. Folia Amazónica 14 – IIAP.
- Otahola Gómez y Vidal. (2009). Efecto de las características de la estaca y la utilización de ANA en la propagación de parchita. Revista Científica UDO Agrícola 10 (1): 29-35. 2010.
- Palma, R. Baena, D. Escobar, W. (2010). Propagación vegetativa de la lima acida Tahiti (*Citrus auranti* folia (Christm) Swingle), por medio de enraizamiento de estacas. En: Acta agronómica, Universidad nacional de Colombia, Colombia.

- Pico J. (2022). Reproducción asexual de maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) con el uso de bioestimulantes. Universidad Estatal del sur de Manabí. Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura. Carrera Agropecuaria. Proyecto de titulación.
- Pires, M. (2007). Propagação do maracujazeiro por estaquia e exerta em estacas enraizadas. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília.
- Posada P., Ocampo J. & Santos L., (2014). Study of the physiological behavior of the seeds of three cultivated species of *Passiflora* L. (*Passifloraceae*) for contribution to ex situ Conservation. Revista colombiana de Ciencias Hortícolas - Vol. 8 - No. 1
- Rivadeneira, A. & Parra, A. (2015). Estudio y análisis de la fruta Taxo Amarillo *Passiflora Tarminiana* y su utilización en manjares elaborados con productos de la Costa Ecuatoriana.
- Roa, C. (2017). Efecto de la estratificación sobre la germinación de semillas de badea (*Passiflora quadrangularis* L.). Universidad nacional abierta y a distancia “unad” escuela de ciencias agrarias pecuarias y del medio ambiente. Bogotá, Colombia.
- Rufini, J. C. M.; R. Pio; J. D. Ramos; T. C. A. Gontijo; V. Mendonça; J. H. C. Coelho e B. F. Álvares. (2002). Influência da sacarose e do ácido indolbutírico na propagação do maracujazeiro-doce por estaquia. Revista Científica Rural
- Ruggiero, C. & Martins. (1987). Implantação da cultura e propagação. In: Ruggiero, C. Cultura do maracujazeiro. Ribeirão Preto. Legis Summa.
- Ruiz, M.I. (2001). Propagación vegetativa de algunas especies del género pasiflora de importancia potencial y económica. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Ryser, P. y Lambers, H. (1995). Root and leaf attributes accounting for the performance of fast- and slowgrowing grasses at different nutrient supply. Plant and Soil. <https://doi.org/10.1007/BF00010478>
- Ryser, P. y Eek, L. (2000). Consequences of phenotypic plasticity vs. interspecific differences in leaf and root traits for acquisition of aboveground and belowground resources. American Journal of Botany.
- Saldarriaga, R.L. (2001). Manejo post-cosecha de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). Serie de paquetes de capacitación sobre manejo poscosecha de frutas y hortalizas. 7. Convenio Sena - Reino Unido. Armenia, Colombia.

- Siura, S. (2016). Principios de propagación de plantas. Grijalbo. Troiani, H., & Prina, A. (2017). Botánica, morfología, taxonomía y fitogeografía. EdUNLPam.
- Taco, P. & Elizabeth, V. (2005). Determinación de una metodología de desinfección y un medio de cultivo para la introducción *in vitro* de once ecotipos de *Cucurbitas* y cuatro de *Passifloras*.
- Taco, V. (2005). Determinación de una metodología de desinfección y un medio de cultivo para la introducción *in vitro* de once ecotipos de *Cucurbitas* y cuatro de *Passifloras*.
- Terblanche, J., Greco, R. Frean, F. Crabbe y A. Joubert. (1986). Goeie nuus vir granadillabedryf. Inf. Bull. Citrus and Subtrop. Fruit Res.
- Tipás, J. A. N. (2018). Estudio de la producción y comercialización de granadilla (*Passiflora ligularis*) en la provincia de Imbabura. 120.
- Torres, Y. Long, M. Zalba, S. 2008. Reproducción de *Pavonia cymbalaria* (Malvaceae), una especie nativa con potencial ornamental. Revista Internacional de Botánica Experimental. Buenos Aires, Argentina.
- Ulmer, T. & MacDougal, J. (2004). *Passiflora: passionflowers of the world*. Timber Press Portland, Oregon.
- Villaizan Ñahui, L. F. (2018). Caracterizar los sustratos orgánicos en el crecimiento de la granadilla (*Passiflora ligularis* L.) Var. Colombiana en condiciones de vivero en Chanchamayo. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Anexos

Anexo A. Recolección de muestras



Anexo B. Preparación y desinfección de sustrato



Anexo C. Estructuración de bloques y llenado de fundas



Anexo D. Preparación de Hormonas



Anexo E. Preparación y desinfección de esquejes



Anexo F. Aplicación de ANA y AIB



Anexo G. Siembra de esquejes



Anexo H. Monitoreo y toma de datos



Anexo I. Levantamiento del Proyecto y toma final de datos



Anexo J. Resultados



Anexo K. Matriz toma de datos

<i>Passiflora tripartita</i>																						
Tratamiento1	CODIGO	N° de plantas vivas	N° de yemas vivas	N° de raíces			L. de raíz	Tratamiento4	CODIGO	N° de plantas vivas	N° de yemas vivas	N° de raíces			L. de raíz	Tratamiento7	N° de plantas vivas	N° de yemas vivas	N° de raíces			L. de raíz
				N° 1	N° 2	N° 3						N° 1	N° 2	N° 3					N° 1	N° 2	N° 3	
PT-T2-R6		unidad	unidad				cm	PT-T4-R1		unidad					cm	PT-T7-R7	unidad					cm
PT-T1-R8								PT-T4-R4								PT-T5-R8						
PT-T3-R7								PT-T2-R7								PT-T7-R6						
PT-T3-R4								PT-T1-R1								PT-T7-R4						
PT-T1-R6								PT-T1-R4								PT-T5-R3						
PT-T2-R8								PT-T3-R8								PT-T7-R3						
PT-T2-R1								PT-T2-R4								PT-T5-R1						
PT-T4-R2								PT-T2-R2								PT-T6-R2						
Tratamiento2		unidad	unidad	N° 1	N° 2	N° 3	cm	Tratamiento5		unidad					cm	Tratamiento6	unidad					cm
PT-T3-R5								PT-T6-R1								PT-T5-R4						
PT-T3-R1								PT-T6-R7								PT-T5-R7						
PT-T4-R3								PT-T7-R2								PT-T5-R6						
PT-T1-R2								PT-T7-R1								PT-T6-R4						
PT-T2-R3								PT-T6-R3								PT-T6-R6						
PT-T1-R3								PT-T5-R2								PT-T6-R8						
PT-T1-R5								PT-T5-R5								PT-T7-R5						
PT-T4-R8								PT-T7-R8								PT-T6-R5						
Tratamiento3		unidad	unidad	N° 1	N° 2	N° 3	cm	Observaciones:														
PT-T4-R5																						
PT-T2-R5																						
PT-T4-R7																						
PT-T4-R6																						
PT-T3-R2																						
PT-T3-R6																						
PT-T3-R3																						
PT-T1-R7																						