

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
INGENIERÍA AGROPECUARIA



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE DOS ENRAIZADORES
Y DOS SUSTRATOS EN PROPAGACIÓN DE ESQUEJES DE
VAINILLA (*Vanilla sp*) BAJO INVERNADERO, EN LA
PARROQUIA EL TRIUNFO**

AUTOR.

KATHERINE ESTEFENIA CASTRO HURTADO

STALIN YUBAL ROBLES PINTA

Directora: MSc. BÉLGICA DOLORES YAGUACHE CAMACHO

PASTAZA-ECUADOR

2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.

Katherine Estefania Castro Hurtado con cédula de identidad 1726031865, Stalin Yubal Robles Pinta con cédula de identidad 1727002097, declaramos ante las autoridades educativas de la Universidad Estatal Amazónica, que el contenido del Proyecto de Investigación titulado: "EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE DOS ENRAIZADORES Y DOS SUSTRATOS EN PROPAGACIÓN DE ESQUEJES DE VAINILLA (*vanilla sp*) BAJO INVERNADERO, EN LA PARROQUIA EL TRIUNFO" es absolutamente original, auténtico y personal.

En tal virtud y según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente, certifico libremente que los criterios y opiniones que constan en el Proyecto de Investigación son de exclusiva responsabilidad del autor y que los resultados expuestos pertenecen a la Universidad Estatal Amazónica.



Katherine Estefania Castro Hurtado

1726031865



Stalin Yubal Robles Pinta

1727002097

AUTOR(ES)

CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Por medio de la presente, Yo MSc. Bélgica Dolores Yaguache Camacho Con C.I: 1103457824 certifico que Katherine Estefania Castro Hurtado y Stalin Yubal Robles Pinta, egresados de la carrera de Ingeniería Agropecuaria por la Universidad Estatal Amazónica, realizo el proyecto de Investigación titulado: **"EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE DOS ENRAIZADORES Y DOS SUSTRATOS EN PROPAGACIÓN DE ESQUEJES DE VAINILLA (*vainilla sp*) BAJO INVERNADERO, EN LA PARROQUIA EL TRIUNFO"**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Bélgica Dolores Yaguache Camacho', written over a horizontal line.

MSc. Bélgica Dolores Yaguache Camacho



Oficio No. 185-SAU-UEA-2020

Puyo, 5 de febrero de 2020

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Proyecto de Investigación correspondiente a los egresados CASTRO HURTADO KATHERINE ESTEFANIA con C.I. 1726031865; y ROBLES PINTA STALIN YUBAL con C.I. 1727002097 con el Tema: **"EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE DOS ENRAIZADORES Y DOS SUSTRADORES EN PROPAGACIÓN DE ESQUEJES DE VAINILLA (*vainilla sp*) BAJO INVERNADERO, EN LA PARROQUIA EL TRIUNFO"**, de la carrera, Ingeniería Agropecuaria. Directora del proyecto, MSc. Yaguache Camacho Bélgica Dolores, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 5%, Informe generado con fecha 31 de enero de 2020 por parte de la directora conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Italo Marceño Lara Pilco MSc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND - UEA -

Urkund Analysis Result

Analysed Document: PROYECTO VAINILLA.docx (D63274438)
Submitted: 1/31/2020 9:14:00 PM
Submitted By: \${Xml.Encode(Model.Document.Submitter.Email)}
Significance: 5 %

Sources included in the report:

10-06-2019_VAINILLA_SANDRA_ZUNIGA.docx (D53783564)
(PROYECTO DE TESIS Carlos Quimbiamba).docx (D18040257)
PROPAGACIÓN VEGETATIVA DEL NEEM AZADIRACHTA INDICA MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE ANA Y AIB.doc (D31883489)
tesis de ADRIANA.doc (D13872201)
Proyecto Jose Morales Borrador1 URKUND.docx (D58316309)
https://www.uea.edu.ec/wp-content/uploads/2018/07/articulo_2_vol_3_n_3.pdf
<https://docplayer.es/75948264-Universidad-nacional-de-loja.html>
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/4736/1/Tesis-50%20%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20168.pdf>

Instances where selected sources appear:

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El Proyecto de investigación y Desarrollo, titulado "EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE DOS ENRAIZADORES Y DOS SUSTRATOS EN PROPAGACION DE ESQUEJES DE VAINILLA (*vainilla sp*) BAJO INVERNADERO, EN LA PARROQUIA EL TRIUNFO", fue aprobado por los siguiente miembros del tribunal.



Dr. Julio César Muñoz Rengifo

Presidente del tribunal



Msc. Marcelo Vicente Luna Murillo

Miembro del tribunal



Msc. Patricio Fabian Naranjo Delgado

Miembro del Tribunal

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por bendecirnos en nuestros caminos y por darnos la oportunidad de cumplir nuestras metas, al igual que a nuestros padres por darnos su apoyo incondicional su ejemplo de vida y enseñarnos que todo es posible con esfuerzo y dedicación, también queremos expresar nuestro agradecimiento a nuestra tutora por su paciencia y habernos guiado en el proceso de elaboración de este trabajo, a la Universidad Estatal Amazónica como autoridades y docentes por brindarnos sus conocimientos a lo largo de nuestra carrera universitaria

DEDICATORIA

A Dios por darnos la vida y la oportunidad de seguir adelante a pesar de los obstáculos que se nos han presentado

A nuestras madres Carmen Hurtado y Mariela Pinta, por estar en los momentos que más lo hemos necesitado, por brindarnos su amor y apoyo incondicional sus consejos ya que gracias a ellas no estaríamos donde estamos ahora

A nuestros padres Efraín Castro y Luis Robles, por su arduo trabajo y esfuerzo que realizan día a día con amor para que nosotros podamos cumplir nuestras metas

A nuestros hermanos por brindarnos su apoyo y ser un ejemplo de vida para nosotros

RESUMEN

El presente estudio tiene como finalidad determinar la eficiencia de dos tipos de enraizadores (Rooting y Hormonagro) y dos sustratos (Arboriente y Compost) en la propagación de esquejes de *Vainilla sp* bajo condiciones de invernadero en El Triunfo, provincia de Pastaza, las variables a medir fueron: número de brotes, longitud de raíz, número de raíces, longitud de brote, diámetro de brote, número de hojas, precocidad y porcentaje de sobrevivencia, los tratamientos a evaluar fueron para T1(sin hormona + Compost), T2 (Hormonagro + Compost), T3 (Rooting + Compost), T4 (sin hormona + Sustrato arboriente), T5 (sin hormona + Sustrato arboriente) y T6 (rooting + Sustrato arboriente). Los resultados obtenidos se evaluaron en base a diferentes variables, con el número de brotes, diámetro de brote, precocidad (días a la emisión de brotes) se determinaron mejores resultados con el T1, la mayor longitud de brote se adquiere del T2 con poca diferencia con el tratamiento T6, en longitud de raíz nos muestra resultados favorables con el T3 dando similitudes con T1, en sobrevivencia se obtuvo un mayor porcentaje con el T3, mientras que los resultados más bajos se obtuvieron con el T1 y T2. En base estos resultados se concluyen que para la fase de enraizamiento la calidad del sustrato influye de manera importante para desarrollo y crecimiento, la utilización de fitohormonas aplicadas en este caso influye de manera inferior en relación al sustrato empleado en los esquejes de *Vanilla sp* bajo en condiciones de invernadero.

PALABRAS CLAVE: Enraizamiento, sustrato, brotes, raíz, eficiencia.

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine the efficiency of two types of root (Rooting and Hormonagro) and two substrates (Arboriente and Compost) in the propagation of cuttings of *Vanilla sp* under greenhouse conditions in “El Triunfo”, Pastaza province, the variables to measure are: number of vanilla sprouts, root length, root nut, bud length, bud diameter, number of leaves, precocity and survival rate, the treatments to be evaluated were for: T1 (without hormone + Compost), T2 (Hormonagro + Compost), T3 (Rooting + Compost), T4 (no hormone + Arboriente substrate), T5 (no hormone + Arboriente substrate) and T6 (rooting + Arboriente substrate). The results obtained were evaluated based on different variables, with the number of outbreaks, diameter, precocity (days to the outbreak of outbreaks) better results were determined with T1, the longest outbreak length is acquired from T2 with a short difference T6 treatment, in root length it shows favorable results with the T3 giving similarities with T1, in survival a higher percentage was obtained with the T3, while the lowest results were obtained with the T1 and T2. Based on these results, it is concluded that for the rooting phase the quality of the substrate influences in an important way for development and growth, the use of phytohormones applied in this case influences in a lower way in relation to the substrate used in the cuttings of *Vanilla sp* low greenhouse conditions.

KEY WORDS: Rooting, substrate, shoots, efficiency, root.

TABLA DE CONTENIDO

1. CAPITULO	1
1.1 INTRODUCCION	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION	3
1.3 FORMULACION DEL PROBLEMA	3
1.4 OBJETIVOS	4
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
2. CAPITULO	5
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	5
2.1.1 ANTECEDENTES	5
2.2 BASES TEORICAS	6
2.2.1 ORIGEN E IMPORTANCIA DE VAINILLA	6
2.2.2 TAXONOMÍA Y CARACTERISTICAS BOTÁNICAS:	7
2.2.3 PROPAGACIÓN DE VAINILLA:	8
2.2.4 ENRAIZAMIENTO	8
2.2.5 HORMONAS ENRAIZADORAS	9
2.2.6 AUXINAS	9
2.2.7 SUSTRATOS ENRAIZANTES EN VAINILLA	10
3. CAPITULO	12
3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	12
3.1.1 LOCALIZACIÓN:	12
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	13
3.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	13
3.3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	13
3.3.2 TOMA Y ANÁLISIS DE DATOS	15
3.4 PROCEDIMIENTO	17
3.4.1 CONSTRUCCIÓN DE INVERNADERO	17
3.4.2 METODO DE PROPAGACION	18
3.4.3 APLICACIÓN DE HORMONA DE ENRAIZAMIENTO	18
3.4.4 PLANTACIÓN DE ESQUEJES	18

3.4.5 PRÁCTICAS CULTURALES	19
4. CAPITULO	20
4.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
4.1.1 SUPERVIVENCIA	20
4.1.2 NUMERO DE BROTES	21
4.1.3 LONGITUD DE RAÍZ	22
4.1.4 NUMERO DE RAÍCES	23
4.1.5 PRECOCIDAD	25
4.1.5.1 DÍAS A LA EMISIÓN DE BROTES	25
4.1.5.2 DÍAS A LA APARICIÓN DE RAÍCES	26
4.1.6 LONGITUD DEL BROTE	27
4.1.7 DIAMETRO DEL BROTE	29
5. CAPITULO	31
5.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
5.1.1 CONCLUSIONES	31
5.1.2 RECOMENDACIONES	32
6. CAPITULO	33
6.1 BIBLIOGRAFÍA	33
7. CAPITULO	37
7.1 ANEXOS	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Rooting presentación de 1L	9
Figura 2: Hormonagro hormona presentación de 100 g.....	10
Figura 3: Localización de la finca La Libertad, parroquia El Triunfo – Pastaza, 2019. Fuente: CELIR, 2011 Elaborado por: Equipo PDyOT GADMP.	12
Figura 4: Diseño del experimento en el campo.	14
Figura 5: Montaje de parcelas de propagación en campo.	14
Figura 6: Medición de longitud de (A) raíz primaria y (B) raíz secundaria.	15
Figura 7: Raíz primaria junto a una secundaria.	16
Figura 8: Medición de longitud del brote (A y B).	16
Figura 9: Medición del diámetro del brote	17
Figura 10: Construcción del invernadero.	17
Figura 11: Inmersión de esquejes de Vanilla sp., en solución hormonal.	18
Figura 12: (A) control de maleza (B) riego	19
Figura 13: Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de sobrevivencia de Vanilla sp.	21
Figura 14: Número de brotes en esquejes de Vanilla sp., a los 43 días de la plantación	22
Figura 15: Longitud de raíces primarias de Vanilla sp., hasta los 43 días de la plantación.	23
Figura 16: Número de raíces en esquejes de Vanilla sp., a los 43 días de la plantación.	24
Figura 17: Precocidad en días al aparecimiento de brotes en esquejes de Vanilla sp.	25
Figura 18: Precocidad en días al aparecimiento de raíces primarias en esquejes de Vanilla sp.	27
Figura 19: Longitud de raíces primarias de Vanilla sp., hasta los 43 días de la plantación.	28
Figura 20: Diámetro del brote en los seis tratamientos en el lapso de tres intervalos de días...	30

ÍNDICE DE FIGURAS ANEXOS

Figura 1: Construcción del invernadero	37
Figura 2: Preparación del sustrato	37
Figura 3: Enfundado del sustrato.....	37
Figura 4: Siembra del cultivo en base al diseño experimental	38
Figura 5: Diseño experimental	38
Figura 6: Riego	38
Figura 7: Prácticas culturales.....	39
Figura 8: Primeros brotes de raíz.....	39
Figura 9: Toma de datos longitud del brote.....	39
Figura 10: Toma de datos diámetro del brote.....	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Detalle de los tratamientos del experimento	14
--	----

ÍNDICE DE TABLAS ANEXOS

Tabla 1: Resultados estadísticos de supervivencia a los 43 días después de la siembra	41
Tabla 2: Prueba de Duncan del análisis de varianza de la supervivencia a los 43 días después de la siembra.....	41
Tabla 3: Resultados del análisis de varianza del número de brotes obtenidos a los 43 días después de la siembra.	41
Tabla 4: Prueba de Duncan del análisis de varianza del número de brotes.....	41
Tabla 5: Resultados estadísticos de la longitud de raíz a los 43 días después de la siembra	42
Tabla 6: Prueba de Duncan del análisis de varianza número de la longitud de raíz a los 43 días después de la siembra	42
Tabla 7: Resultados estadísticos del número de raíces a los 43 días después de la siembra.....	42
Tabla 8: Prueba de Duncan del análisis de varianza del número de raíces a los 43 días después de la siembra.....	42
Tabla 9: Resultados estadísticos de la precocidad (tiempo de aparición de brotes).....	43
Tabla 10: Prueba de Duncan del análisis de varianza de la precocidad (brotes).....	43
Tabla 11: Resultados estadísticos de la precocidad (tiempo de aparición de raíces)	43
Tabla 12: Prueba de Duncan del análisis de varianza de la precocidad (raíces)	43
Tabla 13: Resultados estadísticos de la longitud de brote a los 43 días después de la siembra	43
Tabla 14: Prueba de Duncan del análisis estadístico de la longitud de brote a los 43 días después de la siembra	44

Tabla 15: Resultados estadísticos del diámetro de brote a los 43 días después de la siembra ..	44
Tabla 16: Prueba de Duncan del análisis estadístico del diámetro de brote a los 43 días después de la siembra.....	44

1. CAPITULO

1.1 INTRODUCCION

La vainilla (*Vanilla* sp) es conocida como una orquídea encargada de producir frutos comestibles con un aroma fuerte, por esta característica es considerada como uno de los legados agrobiológicos más significativa de las culturas de Mesoamérica. Dentro de un tema cultural, biológico y económico, la vainilla en la región de Totonacapan (México) es tomada como una planta simbólica, convirtiéndose así en un aromatizante popular en el arte culinario y diferentes postres existentes, además, ha llamado la atención de varias industrias licoreras hasta de perfumería, ganando la nominación como uno de los productos agrícolas con mayor valor comercial dentro de los mercados en el mundo (Araya, Cordero y Paniagua, 2014).

La vainilla es una orquídea trepadora herbácea que posee un tallo delgado, que llega a tener una altura hasta de 30 metros de longitud o más. Se adhiere al suelo a través de raíces largas y carnosas que usualmente llegan a elevarse, transformándose así en raíces aéreas. Las hojas adquieren una forma elíptica y ovalada con un ápice puntiagudo, adquieren un color verde y se mantiene por completo durante un tiempo (Porrás, 2013).

Esta especie se desarrolla en zonas ecológicas tropicales, por esta razón en el Ecuador existen tres géneros de Vainilla que se cultivan comercialmente (*V. planifolia o fragans*, *V. pompona Achiede* y *V. tahitensi J.W. Moore*), pero su potencial aún no ha sido explotado. En la actualidad existe reporte de cultivo de Vainilla en la provincia de Santo Domingo, mientras que en la Amazonía en la provincia de Napo se identifican pequeñas plantaciones en sistemas agroforestales; existen iniciativas de cultivo de vainilla en la provincia de Pastaza, que se limitan a pequeñas parcelas, por tanto, su propagación y manejo es aún desconocido para el productor (Valle, 2018). La propagación de estas especies se realiza de forma asexual mediante esquejes, ya que de forma sexual sería difícil, trabajoso y requiere cuantioso tiempo bajo condiciones naturales (Hartmann, 1997).

La vainilla se considera como un producto alternativo para la agricultura ecológica en la provincia, económicamente tiene gran acogida en mercados nacionales e internacionales;

además, Pastaza cuenta con las condiciones favorables para este cultivo ya que se desarrolla naturalmente dentro de los bosques Amazónicos (Valle, 2018).

Por esta razón, la presente investigación va encaminada a identificar el tipo de sustrato y la hormona que presentan mayor eficiencia en la propagación de *Vainilla* sp. (Especie que se encuentra en los predios de los productores), mediante la evaluación de dos sustratos y dos hormonas de enraizamiento (dosis recomendadas por la casa comercial), bajo invernadero para garantizar que la temperatura y humedad que exige el cultivo.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION

La vainilla es un cultivo que se encuentra en sus primeros inicios en la provincia de Pastaza; los mayores inconvenientes se han identificado en la fase inicial del cultivo en la etapa de propagación, aunque la técnica de multiplicación por esqueje garantiza la genética de la especie y reduce el ciclo del cultivo a más de la uniformidad de los clones, aún falta mucho por investigar para hacer de la *Vanilla sp* una alternativa rentable para el productor.

Existen algunas alternativas para alcanzar la precocidad y eficacia en la obtención de individuos, entre ellas: 1) la aplicación de sustratos que garantice el aporte de nutrientes necesarios para el desarrollo del esqueje, y 2) utilización de hormonas enraizadoras que ayuden a estimular la producción de raíces adventicias y pelos absorbentes de los esquejes, aportando auxinas AIA, AIB, ANA que son necesarias para su desarrollo (Lema, 2012); Estas alternativas deben ser validadas en el campo en condiciones Amazónicas específicamente de la provincia de Pastaza, para recomendar en base a los resultados obtenidos la mejor alternativa para la propagación de *Vanilla sp*.

La presente investigación tiene como finalidad evaluar la eficiencia de dos hormonas enraizadoras y dos sustratos, de tal manera que sea posible identificar el más eficaz en el prendimiento y brotación de esquejes de *Vanilla sp*; entre las ventajas del proyecto es que se trabajará con material genético (*Vanilla sp*) el cual ha mostrado adaptarse a las condiciones de la Amazonía, y es considerada una especie de fino aroma en cantidad y calidad de compuestos aromáticos (1.8% de vainillina); además, es cotizada del mundo como aromatizante y saborizante después del azafrán (Azofeifa, Paniagua y García, 2014); económicamente tiene gran acogida en mercados nacionales e internacionales (Valle, 2018); ventajas que auguran un beneficio económico y social para el mejoramiento de la calidad de vida del productor y su familia.

1.3 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cómo incide la aplicación de hormonas enraizadoras en la propagación de esquejes de *Vanilla sp*, sembrados sobre sustratos orgánicos en condiciones de invernadero?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la eficiencia de dos hormonas enraizadoras y dos sustratos en la propagación de esquejes de *Vanilla sp* en condiciones de invernadero.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el efecto de hormonas enraizadoras y sustratos en la formación de raíces y brotes en el cultivo de *Vanilla sp*.
- Identificar el tipo enraizador y el sustrato que posee mayor eficiencia en la propagación de esquejes de *Vanilla sp*.

2. CAPITULO

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 ANTECEDENTES

La vainilla es un cultivo con gran potencial por su fino aroma, gran aceptación y demanda de mercado, algunos países como México han trabajado en innovación en el cultivo, mientras otros como Ecuador se encuentran en proceso de desarrollo; el incremento de la productividad de la vainilla ha sido motivo de varios estudios referentes a propagación, manejo, cosecha, postcosecha e industrialización. En lo que respecta a propagación de vainilla se conocen tres métodos: 1) por esquejes que pueden ser de 80 cm o más (dependiendo la especie), 2) por cultivo de tejidos, 3) por semilla; el primer método se utiliza comercialmente para la propagación masiva de la vainilla, mientras que los otros dos métodos se emplean generalmente en condiciones controladas de laboratorio (Hernández y Sánchez, 2011).

La selección de esquejes previo a la plantación es un paso importante, puesto que el porcentaje de supervivencia de plantas seleccionadas es de un 60% en comparación con las que no lo son (45%); las respuestas morfogénicas en variables tales como: longitud, numero de nudos, numero de nudos iniciales, peso, son inferiores a diferencia a las obtenidas en el tratamiento con selección (Azofeifa, Rivera, Paniagua y Cordero, 2018).

En el estudio realizado por Zúniga (2019), “Efecto de fitohormonas comerciales en la obtención de plántulas de *Vanilla* spp. en el ecosistema Puyo-Pastaza de la Amazonía Ecuatoriana”, demostró que los tratamientos con *Vanilla* sp. + Hormonagro tiene aproximadamente un 90% de enraizamiento; mientras que para la variable longitud de brote a los 60, 90, 120, 150 y 180 días posteriormente a la plantación muestran comportamientos distintos en las interacciones de especies (*Vanilla pompona*, *Vanilla cribbiana* y *Vanilla* sp) y hormonas para el desarrollo.

Los resultados de un estudio de (De la Cruz, Domínguez, De la A y Díaz, 2014). En el que se evaluaba el efecto de cinco sustratos y una dosis de Ácido Naftalenacético (ANA) en la propagación de esquejes de vainilla (*Vanilla* sp). Reveló que el mejor tratamiento

durante el tiempo de estudio fue el Sustrato Arboriente, puesto que la vainilla (*Vanilla sp*) alcanzó una mayor longitud de brote y longitud de raíz.

Las fitohormonas que se evaluó en vainilla, tales como Hormonagro, Acigib y Fuerza H, en dosis comerciales recomendadas no influyeron en el enraizamiento de esquejes de *V. pompona*, *V. cribbiana* y *Vanilla sp*; Sin embargo, el factor especies es independiente, ya que también recomienda probar mayores niveles de auxina para enraizamiento de esquejes de *Vanilla sp* (Zúniga, 2019).

Existen resultados del efecto de hormonas enraizadoras en otras especies vegetales, el cual ha estimulado el desarrollo con una rápida aparición de raíces y mayor cantidad de brotes, como el caso del estudio de la Influencia del ácido indolbutírico (AIB) y ácido naftalenacético (ANA) sobre el enraizamiento de esquejes de caña flecha (*Gynerium sagittatum aubl.*) que logró obtener 100% de estacas enraizadas, mientras que los testigos solo alcanzaron el 75% (Hernández, Aramendiz y Cardona, 2005).

2.2 BASES TEORICAS

2.2.1 ORIGEN E IMPORTANCIA DE VAINILLA

El origen de la vainilla es desconocido, no obstante, se conoce que esta especie es una orquídea acostumbrada a un clima cálido húmedo con una altura que van desde los 800 msnm, y hasta 1200 msnm. En América se ha encontrado en la Sierra Madre de Oaxaca, por el fondo de la Selva Lacandona en Chiapas México, al sur en un lugar llamado Quintana Roo. Esta especie ha sido cultivada desde tiempos antiguos en la región Totonaca al norte de Veracruz y Puebla.

En Ecuador aparecen desde el siglo XIX, y se empieza a producir con un fin comercial para su venta en mercados europeos siendo una de las especies con fines económicos elevados debido a su costo (Díez y María, 2015).

La vainilla crece mejor sobre suelos de preferencia fértiles, húmedos y orgánicos, se han encontrado plantas creciendo hasta los 1100 msnm, con temperaturas entre los 25 °C durante todo el año, alta humedad relativa, suelos con pH entre 6 – 6.9, alto contenido de calcio y potasio (Hernández, 2011).

2.2.2 TAXONOMÍA Y CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS:

Esta especie de vainilla son plantas que poseen hojas de tipo coriáceas suculentas, inflorescencia axial, muy distintas a las partes vegetativas. El labelo cuenta con un callo penicilado, columna unida al labelo usualmente más de la mitad de su longitud; además la columna con antera ventral algo paralela, lóbulos estigmáticos emergentes, con una superficie ventral lisa o frecuentemente vellosa. Taxonómicamente esta especie es miembro de la familia de las *Orchidaceae*, de la tribu *Vanilleae*, género *Vanilla*, especie *sp* (Jacog, 2007).

La vainilla se describe como un bejuco epífita de flores amarillas verdosas. Posee tallos gruesos y quebradizos; las especies originarias de América del Sur cuentan con un callo apical conectado con el callo penicilado en medio del labelo por hileras de papilas, ápice del labelo generalmente recurvado (Soto y Dressler, 2010).

Posee un tallo grueso, poco ramificado, que, dependiendo de la especie, puede llegar a medir hasta 9 m de longitud.

Sus hojas son de color verde oscuro, brillantes, planas, puntiagudas que crecen de forma alterna al tallo y miden longitudinalmente entre 6 y 14 cm y de 2 a 5 cm de ancho, las raíces son fuertes y largas, aéreas adventicias, puesto que son trepadoras, sirven para sujetarse de manera firme.

En cuanto a sus flores son de color amarillo pálido o verdoso, de 3 cm de diámetro aproximadamente. La corola es infundibuliforme y su característica es que no todas las flores son fértiles, se agrupan en manojos axilares de entre 8 y 20 flores. El fruto, es una vaina colgante el color puede variar conforme a la especie, cilíndrico y dehiscente, tiene una longitud entre 8 y 30 cm, y 1.5 cm de ancho. En su maduración se torna de un color más negruzco y desprende el aroma característico de la planta, sus semillas son pequeñas esferas de color negro brillante, que se encuentran dentro del fruto, a pesar de tener un número considerable de semillas, la planta se reproduce mayoritariamente por esqueje y muy pocas veces a través de semillas (Anónimo, 2017).

2.2.3 PROPAGACIÓN DE VAINILLA:

La propagación de vainilla se realiza de manera vegetativa, normalmente mediante esquejes, comúnmente las plantaciones son establecidas por cientos de plantas procedentes de un pequeño número de clones, con una limitada diversidad genética (Schlüter y Harris, 2007).

Se seleccionan plantas altamente productivas que aún no han producido frutos, buen estado fitosanitario, vigorosas, por lo menos con tres yemas viables para la producción de brotes (Hernández y Luubinsky, 2011).

El tipo de propagación asexual es el que conlleva a separar una parte de tallo de la planta madre que consecutivamente se lo trasplanta a otro sitio donde las condiciones que sean favorables con nutrientes necesarios para su debido desarrollo principalmente de raíces, dando así ya nueva planta independiente con características similares de su progenitor teniendo la ventaja de poner obtener esquejes de calidad y un tamaño adecuado. Este método resulta más eficiente en plantas que no poseen la capacidad de producir semillas en grandes cantidades y que son dificultosas para cultivar a partir de la semilla (Hartmann, 1997).

2.2.4 ENRAIZAMIENTO

La mayoría de los esquejes se toman del tallo de la planta, y se clasifican entre los que se obtienen a partir de las uniones de hojas o nodos llamados esquejes internodales, o justo por debajo de un nodo denominados esquejes nodales. Siendo los esquejes nodales los más utilizados para optimizar el enraizamiento, debido a que las células involucradas en el desarrollo se concentran mayormente en las uniones de las hojas o nodos (Toogood, 2010).

El tiempo que tarda un esqueje en enraizar es de tres a seis semanas, que varía según la especie, tipo de esqueje, edad del tallo, forma de preparación, manejo de luz, humedad y temperatura (De la Cruz, *et al.*, 2014).

Esquejes de tamaños superiores a 120cm aceleran el crecimiento de sus brotes y entran más rápido a floración; sin embargo, cuando se plantan se dificulta su manejo (Hernández, J., 2011). Por lo que se debe emplear esquejes de 80 a 120cm de longitud con 6 a 8 nodos y un cm de diámetro (Arango y Moreno, 2014).

2.2.5 HORMONAS ENRAIZADORAS

Las hormonas vegetales o fitohormonas participan en distintas respuestas morfológicas y de crecimiento de manera pleiotrópica, puesto que una misma hormona puede participar en diferentes procesos y, también dependiendo de su concentración, la misma hormona puede ser estimuladora o inhibitoria de una misma respuesta se conocen varias clases de hormonas en dependencia de su función, así como algunas que son sustancias promotoras de crecimiento y desarrollo, hay otras inhibidoras, entre las principales están: auxinas, giberelinas, citoquininas, etileno y ácido abscísico (Cruz, Aguilar, Melgarejo y Romero, 2010).

2.2.6 AUXINAS

Se encuentran en la planta en mayores cantidades en las partes donde se presentan procesos activos de división celular. La biosíntesis del ácido indolacético se relaciona con meristemos apicales de los tallos, hojas jóvenes, frutos en pleno desarrollo y semillas, lo cual permite manipular la elongación de tallos, formación de raíces principales y adventicias, inducción a la floración y promoción de la dominancia apical (Mc. Steen y Zhao, 2008).

Rooting® (Agroenzymas; México) (Figura 1), se caracteriza por ser un bioestimulante de crecimiento, de rápida absorción, cuyo objetivo es generar un sistema radicular abundante y ramificado, haciendo más eficiente el uso del agua y de los nutrientes, su ingrediente activo son auxinas, específicamente ácido indol-butírico (AIB) 0.12%, seguido de Florclorfenuron (CPPU) 0.004% e ingredientes inertes 99.87% (Agroenzymas, 2012).



Figura 1: Rooting presentación de 1L.

Hormonagro 1® (Colinagro; Colombia) (Figura 2), es un regulador fisiológico para las plantas y afecta los puntos de crecimiento activo en diferentes procesos y está compuesto principalmente por una fitohormona del grupo de las auxinas, 0.4 % de ácido naftalenacético (A.N.A) y un 99.6 % de aditivos e inertes, es un activador enzimático que afecta la división celular, promoviendo la emisión de radical en plantas por trasplantar o en plantas ya sembradas (Colinagro, 2017).



Figura 2: Hormonagro hormona presentación de 100 g.

Las citoquininas son fitohormonas tienen un papel fundamental en la división celular, son un grupo de fitohormonas que participan en la regulación de muchos procesos fisiológicos y del desarrollo, entre los que se encuentran la formación y crecimiento de brotes axilares, la germinación de semillas, la maduración de cloroplastos, la diferenciación celular.

Las giberelinas, actúan como reguladores del desarrollo de las plantas y cubren todos los aspectos del crecimiento de las plantas, modulando varias respuestas, entre ellas están: la germinación de semillas, el crecimiento del tallo, la partenocarpia, la expansión foliar, la elongación de la raíz, la floración y la liberación de enzimas hidrolíticas en algunos tejidos (Bidwell, 1993).

2.2.7 SUSTRATOS ENRAIZANTES EN VAINILLA

Un sustrato se define como un conjunto de materia orgánica, de estructura porosa, que se usa principalmente para el desarrollo del sistema radicular de una planta, un compost de calidad debe cumplir cuatro funciones básicas: 1) ser lo suficientemente sólido para asegurar el anclaje mecánico de la planta, 2) tener un buen pH que permita mantener la reserva hídrica para cubrir necesidades de la planta, 3) una buena porosidad que facilite

el suministro de oxígeno, y 4) permitir el ingreso de nuevas sustancias minerales para el mejoramiento del cultivo (Nieto, 2015).

Los sustratos utilizados para la propagación de vainilla son el Compost y el sustrato Arboriente.

2.2.7.1 SUSTRATO COMPOST

El compost proporciona la posibilidad de transformar de una manera segura los residuos orgánicos en insumos para la producción agrícola, ya que es una mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes (Román y Martínez, 2013).

2.2.7.2 SUSTRATO ARBORIENTE

Los sustratos son uno de los materiales más usados debido a las diversas fórmulas disponibles para los productores, puede ser todo un desafío escoger la mejor mezcla para el cultivo, basándonos en el estudio ya realizado el Sustrato Arboriente con hormona de enraizamiento en dosis altas fue el mejor tratamiento para la propagación vegetativa de esquejes de plantas de vainilla en zonas de vida del bosque muy húmedo Pre-Montano de Napo-Ecuador (Zúniga, 2019).

3. CAPITULO

3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 LOCALIZACIÓN:

La investigación se llevó a cabo en la finca “La Libertad”, ubicada en el km 22 vía 10 de agosto, parroquia El Triunfo, provincia de Pastaza (Figura 3); se encuentra a una altitud de 1000 a 1100 msnm. La temperatura es de 21 a 22 °C, su precipitación anual oscila de 4 700 a 4800 mm³/año, piso climático Pluvial Piemontano, la mayor parte de la superficie está conformada por tipo Hydrandepts: suelos bien drenados con alto contenido de agua (CDETERR Cía. Ltda., 2015).

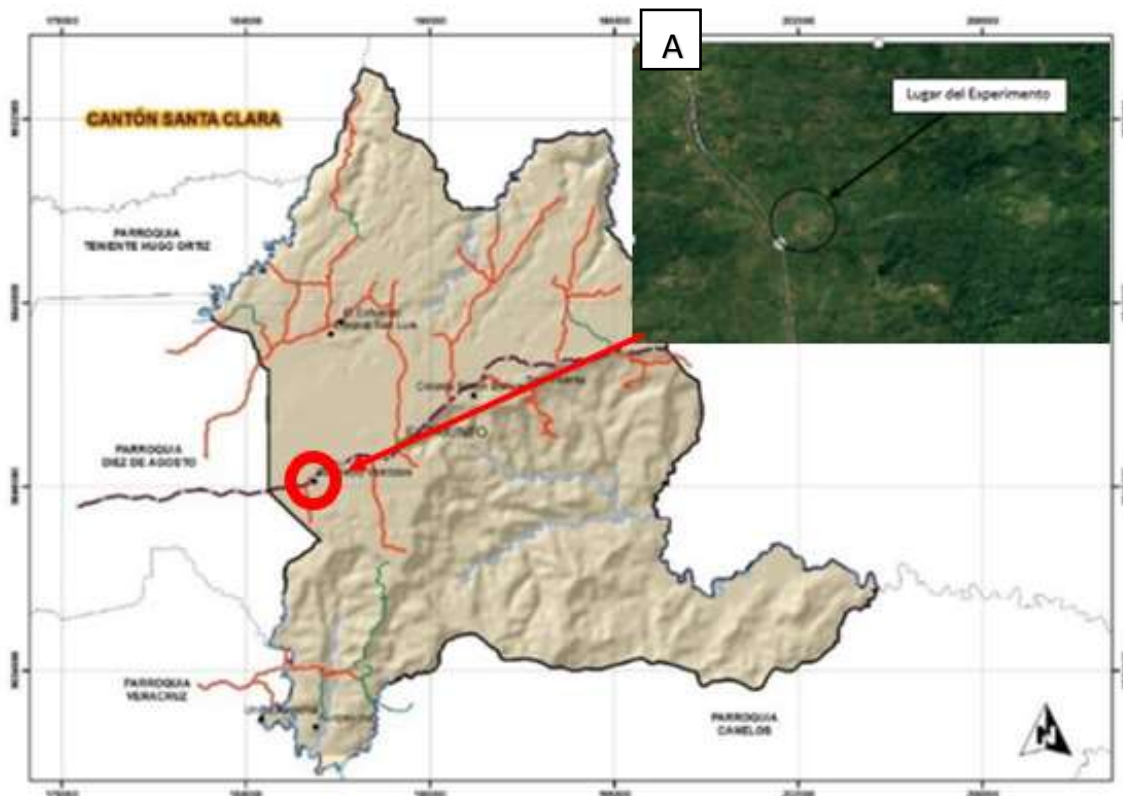


Figura 3: Localización de la finca La Libertad, A). Parroquia El Triunfo – Pastaza, 2019. Fuente: CELIR, 2011 Elaborado por: Equipo PDyOT GADMP.

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente proyecto de investigación es de tipo aplicada, puesto que se evaluó hormonas de enraizamiento y sustratos en la propagación de esquejes de vainilla; además, el ensayo se fundamentó en la experimentación, pues se establecieron parcelas experimentales a nivel de campo bajo invernadero.

3.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de la investigación se emplearon métodos cuantitativos que permitieron controlar las variables dependientes que fueron el desarrollo de raíz y brotes de esquejes de vainilla, a partir del efecto que ejercen los tipos de enraizadores y de sustratos que se emplearon en la propagación.

3.3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación se realizó en Bloques Completamente Aleatorizados con arreglo bifactorial 3 x 2, con tres repeticiones. Se evaluaron seis tratamientos (que resultan de la combinación de los factores A: hormonas y B: sustratos), como se detalla en la Tabla 1; los tratamientos fueron distribuidos en cada bloque (tres repeticiones por tratamiento); dando una totalidad de 18 unidades experimentales (Figura 4). La unidad experimental consistió en una parcela con diez fundas de polietileno, contenido el sustrato de propagación en donde se sembraron los esquejes de vainilla, tal como se muestran en la Figura 5. La investigación obtuvo un total de 180 esquejes de vainilla.

Factores en estudio:

Factor A: Tipo de hormona enraizante

A0 = Sin hormona

A1 = Hormonagro 1. (4cc/litro de agua)

A2 = Rooting (3cc/ litro de agua)

Factor B: Tipo de sustrato

B1 = Compost.

B2 = Sustrato arboriente.

Tabla 1: Detalle de los tratamientos del experimento

Trat.	Factores de estudio		Simbol.	Descripción
	Tipo de Hormona (A)	Tipo de sustrato (B)		
T1	Sin hormona (A0)	Compost (B1)	A0B1	Sin hormona + Compost
T2	Hormonagro 1. (A1)	Compost (B1)	A1B1	Hormonagro + Compost
T3	Rooting (A2)	Compost (B1)	A2B1	Rooting + Compost
T4	Sin hormona (A0)	Sustrato Arboriente (B2)	A0B2	Sin hormona + Sustrato arboriente
T5	Hormonagro 1. (A1)	Sustrato Arboriente (B2)	A1B2	Hormonagro + Sustrato arboriente
T6	Rooting (A2)	Sustrato Arboriente (B2)	A2B2	Rooting + Sustrato arboriente

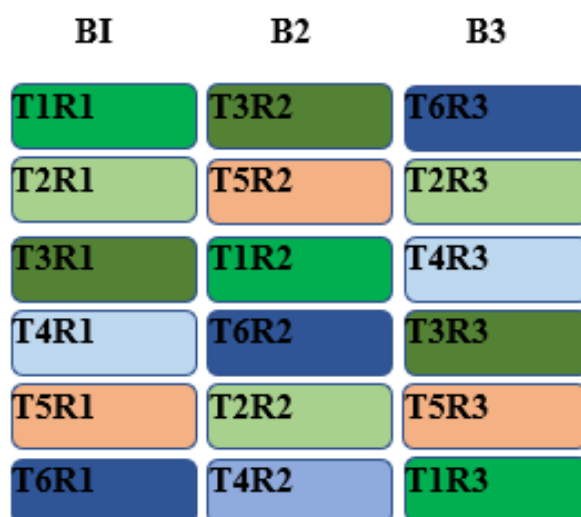


Figura 4: Diseño del experimento en el campo.



Figura 5: Montaje de parcelas de propagación en campo.

3.3.2 TOMA Y ANÁLISIS DE DATOS

La toma de datos se realizó en las 10 plantas de cada parcela, con una frecuencia de ocho días. Con el paquete estadístico SPSS Statistics Base V22.0.0. (IBM; Estados Unidos), se analizaron los datos usando estadística descriptiva, análisis de varianza simple (ANOVA) para comparar el comportamiento de las variables entre grupos y determinar cuál es el mejor tratamiento, se aplicó la prueba de comparación de medias de Duncan, con el fin de evaluar el efecto de los tratamientos sobre cada una de las variables, de con vistas a seleccionar el tipo de sustrato y de hormona idóneos para la propagación de esquejes de vainilla variedad *Vanilla sp.* Las variables evaluadas se detallan a continuación:

Porcentaje de supervivencia (%). A los 43 días de la siembra, se registró el porcentaje de prendimiento de plantas por parcela, este dato se expresará en porcentaje (Mendoza, 2013), mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de prendimiento} = \frac{\text{Número de esquejes enraizados} \times 100}{\text{Número total de esquejes}}$$

Número de brotes. Se contabilizó el número total de brotes presentes por esqueje.

Longitud de la raíz (cm). Esta variable se midió desde la base al ápice de la raíz (Figura 6).

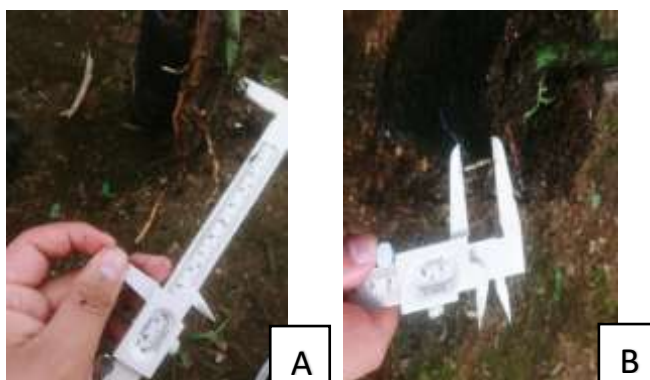


Figura 6: Medición de longitud de (A) raíz primaria y (B) raíz secundaria.

Número de raíces. Se contabilizó el número total de raíces presentes en la planta (Figura 7).



Figura 7: Raíz primaria junto a una secundaria.

Días a emisión de brotes y de raíces (días). Se registró el tiempo en días transcurrido desde la siembra a la emisión de raíces y brotes.

Longitud del brote (cm). Se midió de longitud del brote desde punto de emisión hasta su ápice (Figura 8).

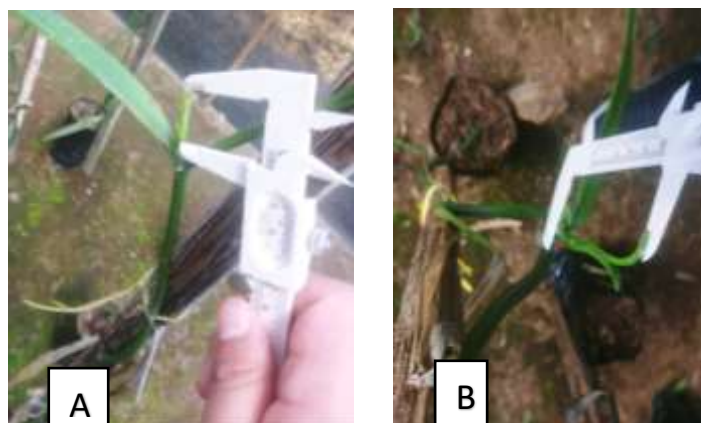


Figura 8: Medición de longitud del brote (A y B).

Diámetro del brote (cm). Esta variable se midió en el centro del tercer entrenudo o seguido de la manifestación de la segunda hoja heteroblastia como se muestra en la Figura 9, pues, las hojas jóvenes son desiguales en tamaño o en su forma de las hojas adultas (Zúniga, 2019).



Figura 9: Medición del diámetro del brote

Número de hojas. Se contabilizó el número total de hojas presentes en la planta.

3.4 PROCEDIMIENTO

3.4.1 CONSTRUCCIÓN DE INVERNADERO

La construcción del invernadero se realizó en el sitio que cuenta con los requerimientos necesarios, como disponibilidad de agua, vías de acceso, entre otros. El invernadero es de tipo capilla a dos aguas y tiene un área de 80 m² (10 x 8 m), las columnas y vigas principales son de chonta y pigüe, con cubierta plástica de polietileno (40%) y malla (60%) en las paredes para regular el exceso de temperatura y el ingreso de plagas (Figura 10).



Figura 10: Construcción del invernadero.

3.4.2 METODO DE PROPAGACION

El método para la propagación de vainilla fue mediante esquejes de 80 cm de longitud con seis a ocho nudos; de cada esqueje se descartó de tres a cuatro hojas de la parte inferior y del punto de crecimiento apical (Hernández y Lubinsky, 2011).

3.4.3 APLICACIÓN DE HORMONA DE ENRAIZAMIENTO

La aplicación de hormona en los esquejes se realizó sumergiendo tres a cuatro yemas en la solución hormonal. La solución se preparó disolviendo el contenido (polvo) en un volumen conocido de agua, así: Hormonagro 1: 4cc/litro de agua, Rooting (3cc/litro de agua); el tiempo de inmersión fue 6 horas para cada tratamiento (Figura 11).



Figura 11: Inmersión de esquejes de *Vanilla* sp., en solución hormonal.

3.4.4 PLANTACIÓN DE ESQUEJES

El esqueje luego de haber sido sumergido en la solución con hormona, se colocó en fundas de polietileno (1 kilo de capacidad) contenido el sustrato a evaluar (Arboriente y Compost), mismo que funcionó como soporte físico y fuente de nutrimentos para la planta. El esqueje se sembró en forma vertical a 10 cm de profundidad, cubriendo con sustrato la parte sin hojas del esqueje (2 a 3 nudos) (De la Cruz, *et al.*, 2014).

3.4.5 PRÁCTICAS CULTURALES

3.4.5.1 RIEGO

El riego de la vainilla se realizó para mantener húmedo en todo momento el sustrato, pero sin saturarlo. Por lo tanto, la cantidad de agua y frecuencia de riego fue suficiente para los requerimientos del cultivo tomando en cuenta las condiciones ambientales de la zona.

3.4.5.2 CONTROL DE MALEZA

Las arvenses se controlaron de forma manual y cuidadosa para no dañar la raíz de la vainilla (Figura 12).

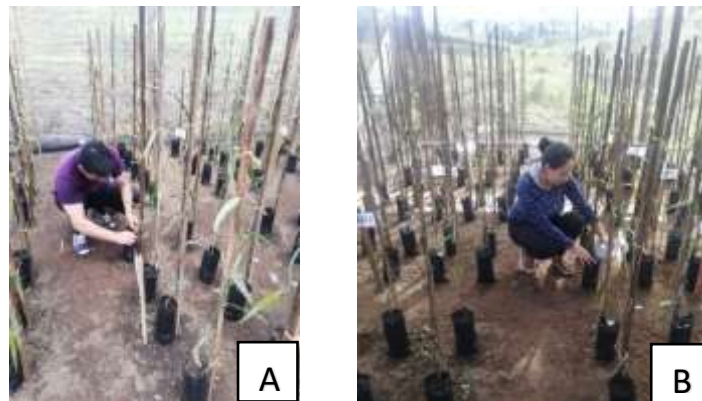


Figura 12: (A) control de maleza (B) riego

4. CAPITULO

4.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1 SUPERVIVENCIA

El análisis estadístico de la supervivencia de esquejes de *Vanilla sp* a los 43 días después de la siembra, muestra que hay diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) para tratamientos y para el factor sustrato, mientras que para el factor hormonas no hubo significancia. El tratamiento con mayor porcentaje es el tratamiento T3 con una supervivencia del 96.67%; seguido del tratamiento T2 y T1 con 90% y 93%, respectivamente; por otra parte, los tratamientos T5 y T6 alcanzaron un valor inferior al 90%; finalmente, el tratamiento T4 mostró el porcentaje más bajo de supervivencia (81.67%) (Figura 13 y Tabla 1 Anexos). En lo que respecta al factor hormona, el porcentaje de supervivencia es independiente ya que los tratamientos sin fitohormonas se encuentran por encima del 90%, este comportamiento puede responder a que la auxina natural o aplicada artificialmente, es un requerimiento para la iniciación de raíces adventicias en estacas de tallo y que la división de células iniciadoras de raíz que garantiza la supervivencia depende de la auxina, ya sea exógena o endógena (Mendoza, 2013). En lo que respecta al factor sustrato, con el Compost se alcanzó los más altos valores (T1, T2 y T3) de supervivencia, pues, la materia orgánica que posee el compost, contiene además de nitrógeno, los elementos esenciales para el desarrollo de las plantas, tales como fósforo, magnesio, calcio, azufre y micronutrientes (Barrera et.al 2011).

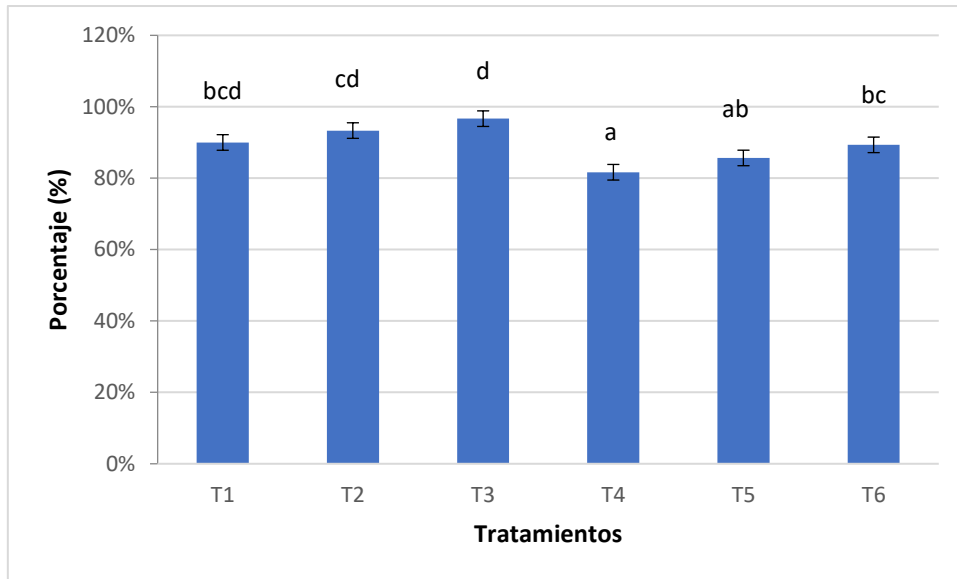


Figura 13: Efecto de los tratamientos sobre la supervivencia de *Vanilla sp.*

Los resultados muestran un comportamiento similar con el estudio realizado por Zúniga S. (2019) en donde los tratamientos (hormonas + especies de vainilla) resultaron altamente significativos para el factor especie más no para la fitohormona e interacción, alcanzado una supervivencia de 73.7 a 90% a los 180 días con la especie *Vanilla sp.*; el 90% es el resultado de una interacción *Vanilla sp.* + Hormonagro; el autor afirma también que la variación en el porcentaje de supervivencia se puede atribuir a factores externos como el método de selección de esquejes y al manejo de los mismos en ecosistemas húmedos; en el caso de la presente investigación el sustrato compost tuvo mayor influencia sobre el porcentaje de supervivencia, debido posiblemente a la gran cantidad de nutrientes que facilitó el desarrollo del esqueje.

4.1.2 NUMERO DE BROTES

La variable número de brotes osciló entre 0.53 y 0.07, en la figura 14 se observa que el tratamiento T1 produjo una mayor cantidad de número de brotes, por el contrario, el tratamiento T5 produjo 0.07 brotes en un periodo de 43 días. Los tratamientos T2, T3, T4, y T6 se mantuvieron en un rango intermedio con valores de 0.37, 0.37, 0.20 y 0.20, respectivamente. Los resultados revelan diferencias significativas ($p < 0.05$; Tabla 3, Anexos) para los tratamientos y para el factor sustrato, mas no para la fitohormona; el análisis posterior de Duncan los agrupó en cuatro grupos: El tratamiento T1 con el mayor

número de brotes, seguido de T2 y T3 (Tabla 4 Anexos), integran los mejores grupos estadísticamente identificados; además comparten el factor Sustrato Compost, que posee materia orgánica (hojas, restos de cosecha y excrementos de animales de la fincas) en comparación con el Sustrato Arboriente; según Barrera et.al (2011) cuanto la materia orgánica es de fácil descomposición, enriquece al sustrato con microorganismos especialmente bacterias, contribuyendo con el crecimiento y formación de raíces secundarias y terciarias, que mejoran la capacidad de absorción de nutrientes, logrando un beneficio en el desarrollo de cultivos.

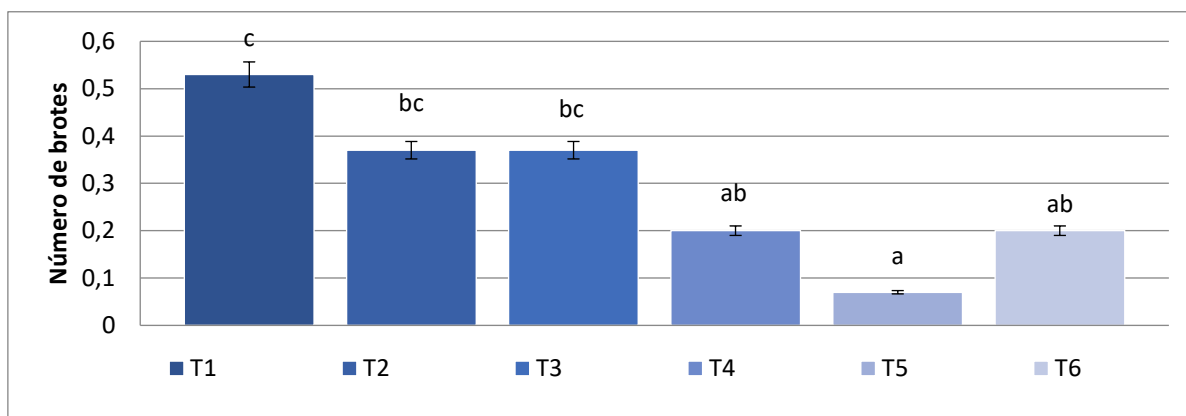


Figura 14: Número de brotes en esquejes de *Vanilla sp.*, a los 43 días de la plantación

Los resultados de esta investigación difieren de los obtenidos por De la Cruz. (2014) quien reporta que el mayor número de plantas con brotes (a los 45 y 80 días) se desarrollaron en el sustrato arboriente; por otro lado, Olivares en el año 2010, obtuvo cero plantas brotadas en esquejes que no fueron sometidos a tratamiento y en aquellos tratados con reguladores de crecimiento se alcanzaron cuatro brotes por planta en siete meses, asegurando el efecto de las fitohormonas en la brotación de los esquejes.

4.1.3 LONGITUD DE RAÍZ

El análisis de varianza para la longitud de raíz a los 43 días indica que existieron diferencias significativas para los tratamientos más no para los factores; mientras la prueba de Duncan (Figura 15 y Tabla 6 Anexos) formó dos grupo, en el primero se encuentran los tratamientos T3 y tratamiento T1 que alcanzaron la mayor longitud de raíz (10.98 cm y 9.66 cm, respectivamente); mientras que en el segundo se agrupan T4, T2, T5 y T6 con raíces de menor crecimiento. Estos resultados muestran que la utilización de enraizante y del sustrato empleado en la propagación de *Vanilla sp* no tienen el mismo

efecto en los tratamientos, mientras que, en algunos casos promueven el enraizamiento con mayor eficiencia que en otros.

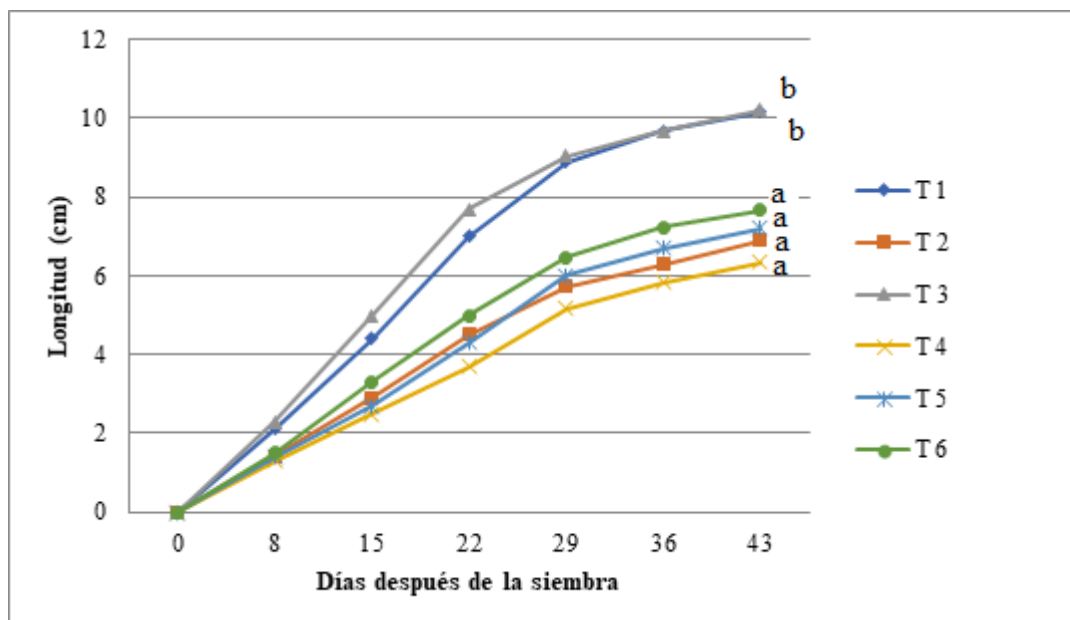


Figura 15: Longitud de raíces primarias de *Vanilla sp.*, hasta los 43 días de la plantación.

Por el contrario Zúniga S. (2019) estudiando el efecto de las fitohormonas comerciales en la obtención de plántulas de diferentes especies de vainilla, observó que el desarrollo de raíz en *Vanilla sp* alcanza longitudes de 16.7 cm y 22.4 cm a los 180 días como características propia de la especie; la diferencia en los resultados posiblemente se debe a la variación en la edad del cultivo; sin embargo, el mismo autor considera que el tamaño promedio en el cultivo depende del tipo de sustrato y de las condiciones ambientales.

4.1.4 NUMERO DE RAÍCES

El análisis estadístico (ANOVA) muestra que el número de raíces hasta los 43 días de sembrados los esquejes, resultaron no significativa para tratamiento y para factores (Según Duncan, letras iguales no difieren estadísticamente para el 5% de probabilidad del error).

Los tratamientos tienen resultados similares, el rango oscila entre los tratamientos T4 y T3 con 1.13 y 1.60 raíces, respectivamente; aunque los valores más altos registrados

corresponden a aquellos que poseen compost T1 y T3, resaltando el efecto de este sustrato. Los valores obtenidos en cada tratamiento de muestran en la Figura 16 (Tabla 7 Anexos).

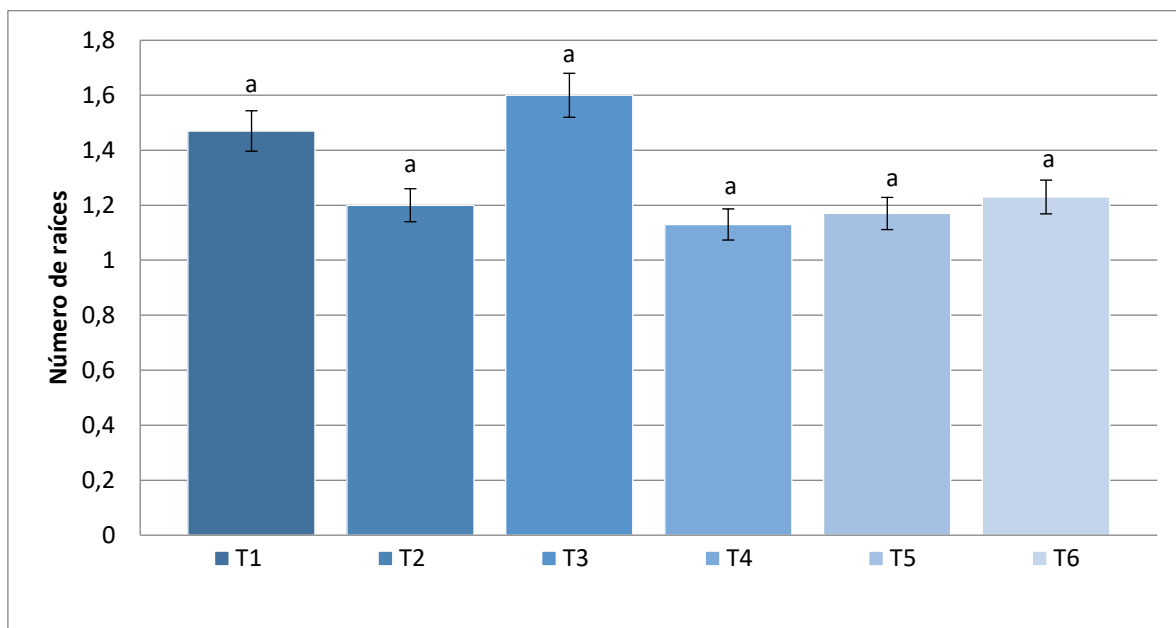


Figura 16: Número de raíces en esquejes de *Vanilla sp.*, a los 43 días de la plantación.

Los resultados matemáticamente muestran un comportamiento diferente por la variación de la edad de la planta, pero estadísticamente similar a los publicados por Zúniga S. (2019), quien no encontró diferencias significativas entre tratamientos (especies y fitohormonas), y aunque alcanzó una media de 2.50 raíces a los 180 días por esqueje con la aplicación de Hormonagro a *Vanilla sp.*, también menciona que el factor sustrato influyó en el desarrollo del número de raíces. Los valores más altos corresponden a aquellos con compost que posee un alto contenido de materia orgánica, lo que permite la disponibilidad suficiente de nutrientes para el desarrollo de raíces, y podría ser la razón de la poca acción de las fitohormonas empleadas, las cuales no tuvieron mayor relevancia en los resultados obtenidos.

4.1.5 PRECOCIDAD

4.1.5.1 DÍAS A LA EMISIÓN DE BROTES

Los resultados del análisis de varianza para los días a la emisión de brotes, muestran que hay diferencias significativas ($p < 0.05$) para tratamientos, poniendo en evidencia la acción de las hormonas y los sustratos sobre el desarrollo de los brotes, aunque con efecto variable en cada tratamiento; en lo que respecta a al factor sustrato resultó significativo, más no la fitohormona. El tratamiento T1, resultó ser el más precoz al tardar 20 días en la aparición de brotes, seguido del tratamiento T2 y tratamiento T3 con 29 días, mientras que el resto de tratamientos tardaron más de 35 días en emerger sus brotes (Figura 17 y Tabla 9 Anexos). El análisis de comparación de medias entre tratamientos, formó cuatro grupos bien marcados, en donde los tratamientos (T1, T2 y T3) con Compost integran los grupos más precoces; estos resultados muestran que el mayor efecto del sustrato sobre la emisión de brotes, esto puede deberse a una alta concentración de materia orgánica y nutrientes presente en el compost, requisito necesario para el desarrollo óptimo y temprano de brotes en esquejes de vainilla.

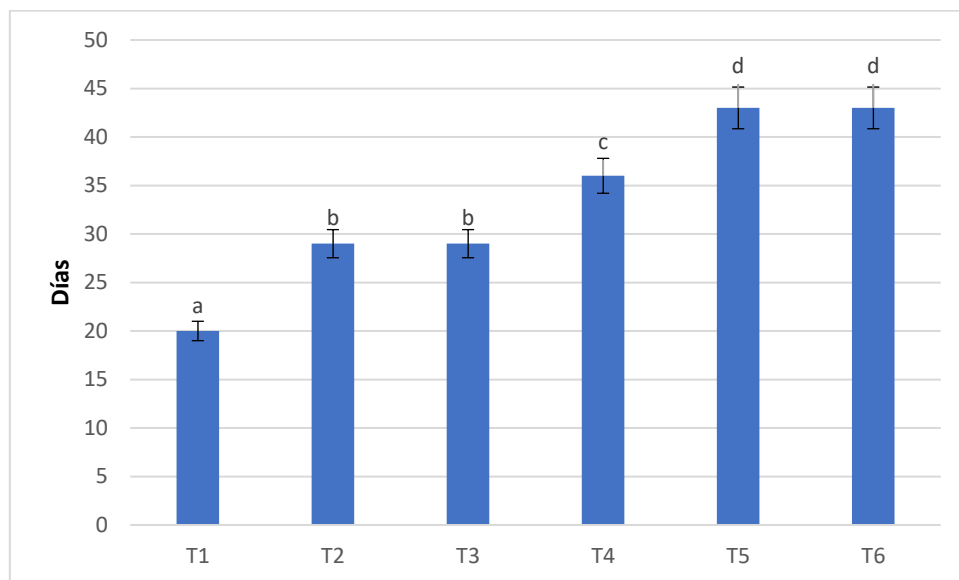


Figura 17: Precocidad en días al apareamiento de brotes en esquejes de *Vanilla sp.*

Zúniga S. (2019), afirma que existe una diferencia significativa para el factor especie, mientras para el factor fitohormona e interacción (especie y fitohormona) no existe diferencia significativa, mostrando un comportamiento similar a los resultados obtenidos de esta investigación. Aunque en el presente estudio la brotación inicia a los 20 días (T1: 20 días) y en el de Zúniga obtiene los primeros brotes en un rango de 39 a 43 días. En ambos casos se evidencia que la fitohormona no ejerce influencia sobre la emergencia de brotes, sino posiblemente del tipo de sustrato empleado y de las condiciones ambientales en el que se encuentran los esquejes.

4.1.5.2 DÍAS A LA APARICIÓN DE RAÍCES

El análisis estadístico (ANOVA) para días al apareamiento de raíces en la propagación de esquejes de vainilla a los 43 días indica que existieron diferencias significativas ($p < 0.05$) para tratamiento, más no para factores (Tabla 11 Anexos). El intervalo de apareamiento de raíces oscila de 13 a 36 días (Figura 18), el tratamiento T1 es el más precoz con 13 días al apareamiento de raíces; seguido del tratamiento T2, T3 y T6 con 29 días y los tratamientos T5 y T4 con 36 días.

La prueba de Duncan para analizar la precocidad en la aparición de raíces muestra tres grupos estadísticamente diferentes, el grupo más precoz corresponde a los tratamientos T1, en donde se evidencia el efecto de las hormonas y sustratos, aunque con diferentes niveles de efectividad en cada tratamiento. Además, Hugalte y Villa (2009) mencionan que la hormona tiene efectos contrapuestos según la variedad, concentraciones mayores favorecen el desarrollo de la raíz en algunas variedades y en otras generan raíces de poca longitud.

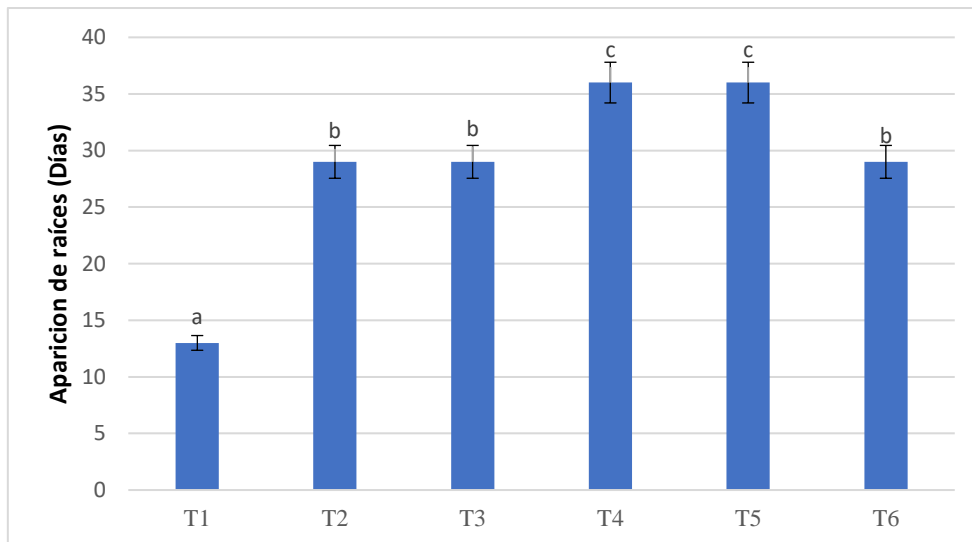


Figura 18: Precocidad en días al aparecimiento de raíces primarias en esquejes de *Vanilla sp.*

Los resultados del tiempo de aparición de raíces obtenidos son distintos a la investigación realizada por Zúniga S. (2019), donde demostró que el porcentaje de emisión de raíces evaluado a 90 días es significativo para el factor especies, sin embargo, fue no significativa para el factor fitohormonas. El mismo autor menciona que los resultados demuestran que el efecto de aplicación de fitohormonas en esquejes de *Vanilla sp.*, no influyeron en la estimulación para la formación y desarrollo de raíces, y el comportamiento pudo deberse a la acción de sustrato y de las condiciones ambientales en que se desarrolló la especie.

4.1.6 LONGITUD DEL BROTE

El análisis de varianza para la longitud del brote en esquejes de *Vanilla sp* en un periodo de 43 días muestra una diferencia significativa ($p < 0.05$) para los tratamientos y no para los factores de estudio. La longitud del brote osciló entre 2.31 cm (T2) a 0.16 cm (T5), resultados que muestran el efecto de las fitohormonas y sustratos utilizados. La prueba de comparación de medias de Duncan mostró dos grupos estadísticamente bien marcados; el primer grupo con el mejor resultado lo obtuvo el tratamiento T2, T6, T1 y T3 con valores superiores a 1.50 cm (Figura 19; Tabla 14 Anexos). Garate (2010) afirma que existe una relación entre la formación aérea de la planta y el desarrollo de las raíces; de allí que la formación de nuevas hojas y brotación de yemas en la estaca es muy

importante, dado que éstas representan fuentes de carbohidratos, auxinas y cofactores que contribuyen a incrementar el enraizamiento, debido a que estos compuestos posteriormente son translocados a la base de la estaca estimulando el proceso. El mismo autor señala que las estacas deben tener reservas suficientes de nutrientes y que la aplicación exógena de productos ricos en hormonas vegetales y nutrientes favorece el enraizamiento y brotación.

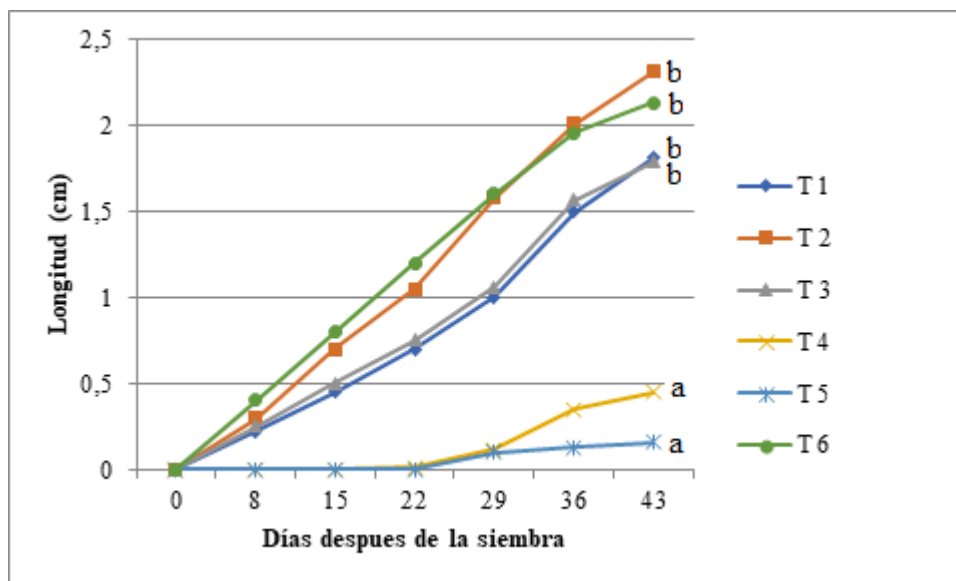


Figura 19: Longitud de brotes de *Vanilla sp.*, hasta los 43 días de la plantación.

El tratamiento con Hormonagro demostró una mejor eficacia en la longitud de brotes, a pesar de ser un bioestimulante de acción radicular principalmente, puesto que posee ANA (Ácido Naftalenacético) encargado de inducir el crecimiento y desarrollo de raíces, sin embargo, los resultados muestran que junto al sustrato compost, mismo que ha tenido una eficiencia notable en anteriores variables, logran un desarrollo de la longitud del brote superior al resto de tratamientos esto realizado en un periodo de 43 días.

Resultados distintos se encuentran en la investigación realizada por Zúniga S. (2019) a varias especies de vainilla, entre ellas *Vanilla sp.*, puesto que en 60 días generó una media de 5.57 cm de longitud de brotes sin la aplicación de hormonas y de 6.10 cm con aplicación de Hormonagro, demostrando la efectividad que posee Hormonagro frente a otros enraizantes, esto debido a la alta composición de ANA, lo que permitió tener tales resultados, sin embargo hay que considerar que el tratamiento en el cual no se emplearon

fitohormonas, estuvieron en un ambiente y, con condiciones ideales que permitieron el desarrollo de brotes.

4.1.7 DIAMETRO DEL BROTE

El análisis de varianza para el diámetro del brote tiene un comportamiento similar a la longitud del mismo, con diferencias significativas entre tratamientos y no significativa para factores. Los esquejes de vainilla reaccionan de forma diferente a cada tratamiento aplicado (Figura 20), como lo es en el tratamiento T1, mostrando la media más alta con 0.71 cm y como contraparte el tratamiento T3 con 0.4 cm, mientras que para los tratamientos T5 y T6 mostraron resultados similares al T3 con un 0,4 y 0,53 respectivamente; de igual forma el tratamiento T2 y T4 con 0.6 y 0.62 cm. Los resultados demuestran que la acción de las fitohormonas y sustratos no influye de forma significativa en el desarrollo del diámetro del brote, esto puede deberse a que aunque la aplicación exógena de productos ricos en hormonas vegetales y nutrientes favorece el enraizamiento y brotación, las estacas contienen reservas suficientes de nutrientes para el desarrollo de brotes y raíces (Garate, 2010).

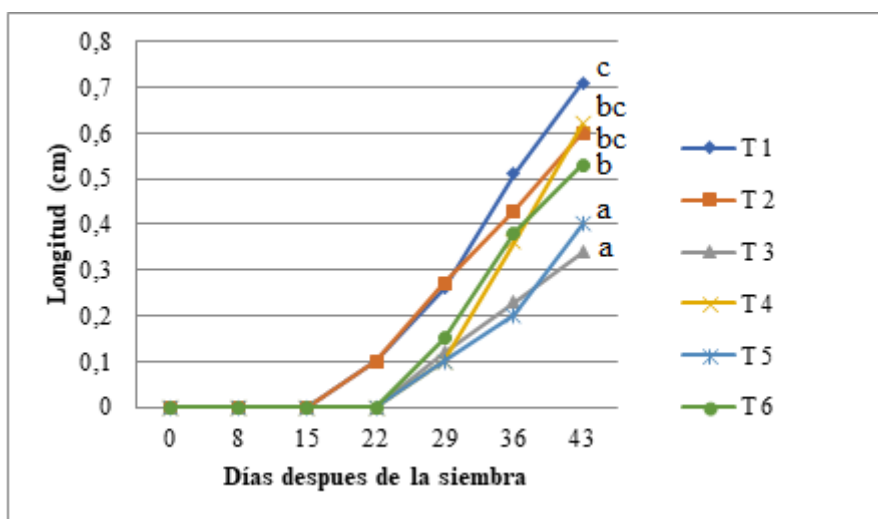


Figura 20: Diámetro del brote en los seis tratamientos en el lapso de tres intervalos de días.

En investigaciones realizadas por De la cruz W. (2014), obtuvo diámetros de brotes de 1.29cm con sustrato arboriente a los 80 días después de la plantación, donde aclara que no hubo diferencia estadística significativa en comparación a otros sustratos empleados, tales resultados son diferentes a los obtenidos, donde se considera el periodo de tiempo como la principal limitante en el desarrollo del diámetro de los brotes, así como también otra causa puede ser las características genéticas propias de cada especie al momento de expresar su desarrollo fisiológico (Zúniga, 2019).

5. CAPITULO

5.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.1 CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente proyecto de investigación, se tiene las siguientes conclusiones:

1. Para la formación de raíces en cuanto a su longitud se determinó que existen comportamientos fisiológicos diferentes en dependencia del tratamiento aplicado, como lo es en el tratamiento T3 (Rooting + Compost) con un promedio de 10,2 cm y el tratamiento T1 (Sin hormona + Compost) con un promedio de 10,15 cm; en cuanto a la variable número de raíces no existen diferencias significativas en relación a sus diferentes tratamientos, el rango oscila entre 1.13 para el tratamiento T4 (Sin hormona + Sustrato arboriente) y 1.60 raíces para el tratamiento T3 (Rooting + Compost) a los 43 días después de la siembra.
2. El comportamiento de la formación de brotes se mostró distintos para los tratamientos aplicados, sin embargo, el más eficiente fue el tratamiento T1 (Sin hormona + Compost) con un promedio de 0,53; Para longitud de brote los mejores resultados fueron para el tratamiento T2 (Hormonagro + Compost) con 2.31 cm, mientras que el mayor diámetro de brote se obtuvo con el tratamiento T1 (Sin hormona + Compost) una media de 0.71 cm a los 43 días después de la siembra.
3. El tratamiento T1 (Sin hormona + Compost) fue el más eficiente para en cuanto al tiempo de obtención de brotes (20 días) y aparición de raíces (13 días) posterior a la siembra.

5.1.2 RECOMENDACIONES

Aumentar la dosis y el tiempo de inmersión de las fitohormonas y utilizar el sustrato Compost, ya que con este último se obtuvieron los mejores resultados con las variables evaluadas, sin embargo, la medida específica de aplicación no fue tomada en cuenta dentro del estudio por lo que se recomienda realizar estudios posteriores para identificar la dosis de aplicación correcta para aprovechar el potencial que posee este sustrato.

Controlar de manera eficiente las condiciones en las que se encuentra esta especie de vainilla (*Vanilla sp*), como temperatura, humedad, sombra, mediante la construcción de invernadero ya que facilita y optimiza el manejo, así como también verificar detalladamente el estado en el que se encuentran los esquejes de vainilla previo a la siembra, puesto que al realizar este procedimiento se incrementan los índices productivos de esta especie.

6. CAPITULO

6.1 BIBLIOGRAFÍA

- Araya, C., Cordero, R., Paniagua, A (2014). *Promoviendo la investigación, la extensión y la producción de vainilla en Mesoamérica*. Recuperado el 4 de octubre del 2019, de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/168849/I_Seminario_Internacional_de_Vainilla.pdf
- Arango D. y Moreno F. (2011). *Desarrollo inicial de la Vainilla (Vanilla planifolia andrews, Vanilla sp. Orchidaceae) bajo diferentes usos de la tierra y condiciones climáticas en Colombia*. Recuperado el 4 de octubre del 2019, de: https://www.cnf.org.pe/secretaria_conflat/memorias/DOCUMENTO%20MESAS/MESA%204/Diego%20Andres%20Arango.pdf
- Anónimo. (2017). *Características de la planta vainilla, (Vanilla sp) – Botanical-online*. Recuperado 4 de octubre de 2019, de: <https://www.botanical-online.com/botanica/vainilla-caracteristicas?fbclid=IwAR1z7crA9u361mhjtaM7DIyTdekJo7KpiRsAcw1jFoO1MSdukAC7Okr8Ego>
- Agroenzymas (2012). *Hoja Técnica Rooting*. Recuperado 4 de octubre de 2019, de: http://www.tacsa.mx/DEAQ/src/productos/1892_28.htm
- Azofeifa B, Paniagua A, y García J. (2014). *Importancia y desafíos de la conservación de Vanilla spp.* (pp. 25, 189–202). Recuperado de: http://www.mag.go.cr/rev_mesov25n01_189.pdf
- Azofeifa B, Rivera G, Paniagua A y Cordero R. (2018). *Selección cualitativa del esqueje en la sobrevivencia y desarrollo morfogénico de Vanilla planifolia Andrews*. Recopilado 4 de octubre de 2019, de: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v29n3/1659-1321-am-29-03-00616.pdf>
- Barrera, J; Combatt, E; Ramírez, Y. (2011). Efecto de abonos orgánicos sobre el crecimiento y producción del plátano Hartón (Musa AAB). Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba, Montería-Colombia. Pp. 188.
- Bidwell, R. (1993). *Fisiología vegetal. 2. Café robusta (Coffea canephora) en vivero, cantón francisco de orellana, provincia de Orellana* (pp.780). Recuperado 4 de octubre de 2019, de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2193/1/13T0738%20.pdf>
- Colinagro (2017). *Hoja Técnica Hormonagro 1*. Recuperado 4 de octubre de 2019, de: <https://agroactivocol.com/producto/sanidad-vegetal/coadyuvantes-y-reguladores-fisiologicos/hormonagro-1-agroactivo/>
- CELIR, (2011). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del Cantón Pastaza*. Recuperado 5 de enero de 2020, de: <https://puyo.gob.ec/wp-content/uploads/2017/10/SPDyOT-PLAN-DE-DESARROLLO-2015-2020.pdf>

- CDETERR Cía. Ltda. (2015). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia rural diez de agosto*. Recuperado 4 de octubre de 2019, de: https://odsterritorioecuador.ec/wp-content/uploads/2019/04/pdot-parroquia-10-de-agosto-2015-2019.pdf?fbclid=IwAR32RGIB9-paJWPItJ-4etvIYxcQJomr9b0-xNf1_kXJ0G9J2N5I7d5fqz4
- Cruz. M., Melgarejo. L., Romero. M. (2010), *experimentos en fisiología vegetal* (pp. 45-50). Recuperado 4 de octubre de 2019, de: https://www.academia.edu/32575540/Libro_experimentos_en_fisiologia_y_bioquimica_vegetal_Reparado
- De la Cruz. W., Dominguez. J., Victor de la A. y Díaz. L. (2014). *Evaluación del efecto de cinco sustratos y una dosis de Ácido α Naftalen-acético (ANA) en la propagación de esquejes de vainilla (Vanilla sp)* (pp. 1, 199-201, 210-211). Recuperado 4 de octubre de 2019, de https://www.uea.edu.ec/wp-content/uploads/2018/07/articulo_2_vol_3_n_3.pdf
- Díez G., y María, C, (2015). *Ecofisiología de la vainilla*. Recuperado 4 de octubre de 2019, de: <http://bdigital.unal.edu.co/49347/?fbclid=IwAR398qEwI3DjyAERQ7KPbhrFbLtIhHAJrqdT4Q5K0zcP1KCrwe71Yh9Dkro>
- Mendoza, B. 2013. Evaluación de la eficacia de cuatro enraizadores y dos tamaños de estacas en la propagación de naranjilla (*Solanum quitoense*) Híbrido puyo, en vivero en el cantón San Miguel de los Bancos, provincia de Pichincha. Tesis Ing. Agrónomo. Pp.32.
- Hartmann, (1997), *Propagación vegetal: principios y prácticas.*, 3th ed.. Recuperado el 4 octubre de 2019 de: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19750330690>
- Hernandez J. (2011). (PDF) *Caracteres morfológicos de vainilla utilizados por el agricultor en la selección de material reproductivo en cuatro municipios del Totonacapan*. Recuperado 4 de octubre de 2019, de: https://www.academia.edu/31358475/Caracteres_morfol%C3%B3gicos_de_vainilla_Vainilla_J_utilizados_por_el_agricultor_en_la_selecci%C3%B3n_de_material_reproductivo_en_cuatro_municipios_del_Totonacapan_M%C3%A9xico
- Hernández J. y Sánchez S. (2011) . *Producción de planta de calidad de vainilla* (pp. 36-39). Recopilado 4 de octubre de 2019, de: <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3177/ProducciondePlantadeCalidaddeVainilla.pdf?sequence=1>.
- Hernández H.J. y Lubinsky. (2011). Sistemas de cultivo. En: vainilla (pp. 75-95). Recuperado 4 de octubre de 2019, de: http://www.campopotosino.gob.mx/modulos/Docs-descargar/FOLLETO_63.pdf
- Hernández. J., Armendariz. H., Cardona. C. (2005). *Influencia del ácido indolbutírico y ácido naftalenoacético sobre el enraizamiento de esquejes de caña flecha (Gynerium sagittatum Aubl.)*. Recuperado 5 de enero de 2020, de:

file:///C:/Users/ICESA/Downloads/Dialnet-InfluenciaDelAcidoIndolbutiricoYAcidoNaftalenoacet-5002400.pdf

Hugalde, I; Vila, H (2009). Recomendaciones para la utilización de hormonas de enraizamiento en estacas de vid. Viticultura. Pp. 11.

Jacog, F. (2007). *El Cultivo de la Vainilla y sus principales Plagas*. Recuperado 4 de octubre de 2019, de: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5116/T16426%20%20%20F%C9LIX%20FRANCISCO,%20JACOB%20%20%20MONOG.pdf?sequence=1>

Lema, L. (2012). “*Evaluacion de la eficacia de seis enraizadores y dos sustratos para la propagacion de ramillas de Vainilla*”. Recuperado 4 de octubre de 2019, de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2193/1/13T0738%20.pdf>

Mc. Steen y Zhao. (2018). *Las plantas a menudo afectadas al desafío de las duras condiciones ambientales*. Recuperado 4 de octubre de 2019, de: https://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/5140/9/09_chapter%205.pdf?fbclid=IwAR3REIOxbncpwOxNYkrG3CO61EinhCY68wPf2pw-hOzG8TbV5Pd-JOHa5h4

Mendoza, B. (2013). *evaluación de la eficacia de cuatro enraizadores y dos tamaños de estacas en la propagación de naranjilla (Solanum quitoense) Híbrido puyo, en vivero en el cantón san miguel de los bancos, provincia de pichincha*. Recuperado 7 de noviembre de 2019, de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2799/1/13T0766%20.pdf>

Nieto, A. (2015). *Fabricación, caracterización y utilización de biochar como sustituto de la turba en la preparación de sustratos de cultivo*. Recuperado 7 de noviembre de 2019, de: <http://oa.upm.es/37192/>

Porras, E. (2013). *Estudio de mercado para la comercialización nacional e internacional de vainilla natural (Vanilla tahitiensis)*. Recuperado el 4 de octubre del 2019, de: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2652/1/108890.pdf>

Román. P. y Martínez. M. (2013). *Manual del compostaje del agricultor experiencias en América Latina*, (pp.21). Recuperado 7 de noviembre de 2019, de: <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>

Soto, M. A., & Dressler, R. L. (2010). *Una revisión de las especies mexicanas y centroamericanas de Vanilla plumier ex Miller con una caracterización de su región ITS del ADN ribosómico nuclear*. Recuperado 7 de noviembre de 2019, de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44339819002>

Schlüter, P., M. Soto, y S. Harris. (2007). *Variación genética en Vanilla sp (Orchidaceae)*. Recuperado 7 de noviembre de 2019, de: https://www.researchgate.net/publication/227231779_Genetic_Variation_in_Vanilla_p_lanifolia_Orchidaceae

Toogood, A. (2010). *Enciclopedia de la propagación de plantas*. (pp. 320). Recuperado 7 de noviembre de 2019, de: <https://infoagronomo.net/enciclopedia-propagacion-de-plantas-pdf/>

Valle, M. (2018). *Establecimiento de un protocolo para la inducción a brotes de explantes de vainilla sp. A nivel de cultivo in vitro en el cipca, Cantón Arosemena Tola Napo* (pp. 1, 15-20).

Zúniga S. (2019). *Efecto de fitohormonas comerciales en la obtención de plántulas de Vanilla spp. en el ecosistema puyo-pastaza de la Amazonía ecuatoriana* (pp.12-15, 30-39) Recuperado 4 de octubre de 2019 de: https://www.researchgate.net/profile/Sandra_Zuniga2

7. CAPITULO

7.1 ANEXOS



Figura 1: Construcción del invernadero



Figura 2: Preparación del sustrato



Figura 3: Enfundado del sustrato



Figura 4: Siembra del cultivo en base al diseño experimental



Figura 5: Diseño experimental



Figura 6: Riego



Figura 7: Prácticas culturales



Figura 8: Primeros brotes de raíz



Figura 9: Toma de datos longitud del brote



Figura 10: Toma de datos diámetro del brote

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4271,11	5	854,22	5,04	0,0002
TRATAMIENTO	4271,11	5	854,22	5,04	0,0002
Error	29473,33	174	169,39		
Total	33744,44	179			

Tabla 1: Resultados estadísticos de supervivencia a los 43 días después de la siembra

Test:Duncan Alfa=0,05
 Error: 169,3870 gl: 174

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.				
T4	81,67	30	2,38	A			
T5	85,67	30	2,38	A	B		
T6	89,33	30	2,38		B	C	
T1	90,00	30	2,38		B	C	D
T2	93,33	30	2,38			C	D
T3	96,67	30	2,38				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 2: Prueba de Duncan del análisis de varianza de la supervivencia a los 43 días después de la siembra

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4,11	5	0,82	3,34	0,0066
TRATAMIENTO	4,11	5	0,82	3,34	0,0066
Error	42,87	174	0,25		
Total	46,98	179			

Tabla 3: Resultados del análisis de varianza del número de brotes obtenidos a los 43 días después de la siembra.

Test:Duncan Alfa=0,05
 Error: 0,2464 gl: 174

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.				
T5	0,07	30	0,09	A			
T6	0,20	30	0,09	A	B		
T4	0,20	30	0,09	A	B		
T2	0,37	30	0,09		B	C	
T3	0,37	30	0,09		B	C	
T1	0,53	30	0,09				C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 4: Prueba de Duncan del análisis de varianza del número de brotes.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	502.04	5	100.41	5.43	0.0001
TRATAMIENTO	502.04	5	100.41	5.43	0.0001
Error	3218.30	174	18.50		
Total	3720.35	179			

Tabla 5: Resultados estadísticos de la longitud de raíz a los 43 días después de la siembra

Test : Duncan Alfa: 0.05			
Error: 18.4960 gl: 174			
TRATAMIENTO	Medias	n	
T4	6.34	30	A
T2	6.85	30	A
T5	7.20	30	A
T6	7.37	30	A
T1	9.66	30	B
T3	10.98	30	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0.05)

Tabla 6: Prueba de Duncan del análisis de varianza de la longitud de raíz a los 43 días después de la siembra

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0.53	5	0.11	0.51	0.7605
TRATAMIENTO	0.53	5	0.11	0.51	0.7605
Error	2.49	12	0.21		
Total	3.02	17			

Tabla 7: Resultados estadísticos del número de raíces a los 43 días después de la siembra

Test : Duncan Alfa: 0.05			
Error: 0.2072 gl: 12			
TRATAMIENTO	Medias	n	
T4	1.13	3	A
T5	1.17	3	A
T2	1.20	3	A
T6	1.23	3	A
T1	1.47	3	A
T3	1.60	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0.05)

Tabla 8: Prueba de Duncan del análisis de varianza del número de raíces a los 43 días después de la siembra

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	12280,00	5	2456,00	1,58	<0,0001
TRATAMIENTO	12280,00	5	2456,00		
Error	2,7E-11	174	1,5E-13		
Total	12280,00	179			

Tabla 9: Resultados estadísticos de la precocidad (tiempo de aparición de brotes)

Test : Duncan Alfa: 0,05			
Error: 0,0000 gl: 174			
TRATAMIENTO	Medias	n	
T1	20,00	30	A
T3	29,00	30	B
T2	29,00	30	B
T4	36,00	30	C
T5	43,00	30	D
T6	43,00	30	D

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

Tabla 10: Prueba de Duncan del análisis de varianza de la precocidad (brotes)

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p	
Modelo	10600,00	5	2120,00	3,35	<0,0001	
TRATAMIENTO	10600,00	5	2120,00			
Error	1,1E-11	174	6,3E-14			
Total	10600,00	179				

Tabla 11: Resultados estadísticos de la precocidad (tiempo de aparición de raíces)

Test : Duncan Alfa: 0,05			
Error: 0,0000 gl: 174			
TRATAMIENTO	Medias	n	
T1	13,00	30	A
T6	29,00	30	B
T3	29,00	30	B
T2	29,00	30	B
T5	36,00	30	C
T4	36,00	30	C

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

Tabla 12: Prueba de Duncan del análisis de varianza de la precocidad (raíces)

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p	
Modelo	123.74	5	24.75	14.00	<0.0001	
TRATAMIENTO	123.74	5	24.75	14.00	<0.0001	
Error	307.59	174	1.77			
Total	431.33	179				

Tabla 13: Resultados estadísticos de la longitud de brote a los 43 días después de la siembra

Test : Duncan Alfa: 0.05

Error: 1.7678 gl: 174

TRATAMIENTO	Medias	n	
T5	0.16	30	A
T4	0.45	30	A
T3	1.79	30	B
T1	1.81	30	B
T6	2.13	30	B
T2	2.31	30	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 14: Prueba de Duncan del análisis estadístico de la longitud de brote a los 43 días después de la siembra

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	2.96	5	0.59	12.67	<0.0001
TRATAMIENTO	2.96	5	0.59	12.67	<0.0001
Error	8.12	174	0.05		
Total	11.07	179			

Tabla 15: Resultados estadísticos del diámetro de brote a los 43 días después de la siembra

Test : Duncan Alfa: 0.05

Error: 0.0466 gl: 174

TRATAMIENTO	Medias	n	
T3	0.34	30	A
T5	0.40	30	A
T6	0.53	30	B
T2	0.60	30	B C
T4	0.62	30	B C
T1	0.71	30	C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Tabla 16: Prueba de Duncan del análisis estadístico del diámetro de brote a los 43 días después de la siembra