



**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

TEMA:

**EFFECTO DE SUSTRATOS Y ACIDO α NAFTALENACÉTICO EN LA
PROPAGACIÓN DE ESQUEJES DE VAINILLA (*Vanilla sp*) EN
CONDICIONES DE VIVERO.**

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROPECUARIO**

Nombre del Autor: De La A Rodríguez Víctor Reymundo

Director: Dr. Domínguez Brito Javier

Co-Director: Ing. De la Cruz Wilfrido.

Pastaza-Ecuador

Año: 2012

En mi calidad de Director del informe de Investigación sobre el tema:

“EFECTO DE SUSTRATOS Y ACIDO α NAFTALENACÉTICO EN LA PROPAGACIÓN DE ESQUEJES DE VAINILLA (*Vanilla sp*) EN CONDICIONES DE VIVERO” del Autor: De la A Rodríguez Víctor Reymundo, estudiante de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado por la Junta Universitaria

Dr. Javier Domínguez Brito
Director de Tesis

AUTORIA DEL TRABAJO DE GRADO

Los criterios emitidos en el trabajo de Investigación:

“EFECTO DE SUSTRATOS Y ACIDO α NAFTALENACÉTICO EN LA PROPAGACIÓN DE ESQUEJES DE VAINILLA (*Vanilla sp*) EN CONDICIONES DE VIVERO”, como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y propuestas son de exclusiva responsabilidad de mi persona como autor de este trabajo de grado.

Puyo, 06 de Diciembre de 2012

Autor

Víctor De la A Rodríguez

APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema:

“EFECTO DE SUSTRATOS Y ACIDO α NAFTALENACÉTICO EN LA PROPAGACIÓN DE ESQUEJES DE VAINILLA (*Vanilla sp*) EN CONDICIONES DE VIVERO” del Sr. Victor Reymundo De la A Rodríguez, estudiante de la carrera de Ingeniería Agropecuaria

Puyo, 06 de Diciembre de 2012

Para constancia firman

Ing. Karina Carrera

Dr. Francisco Lam

Msc. Joel Rodríguez

DERECHOS DE AUTOR

El autor cede sus derechos, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual para que la Institución pueda hacer uso de este trabajo en lo que estime conveniente, siempre y cuando sea para fines investigativos o de consulta

Puyo, 06 de Diciembre de 2012

Autor

Víctor De la A Rodríguez

“Dadme Dios la vida y permitidme decidir que hacer con ella”

DEDICATORIA

A mis padres, que son mi inspiración y mi razón de ser.

A mis hermanos pilares fundamentales.

A mis abuelos, quienes siempre estuvieron y ya no están.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Wilfrido De la Cruz, Co-Director de tesis, Maestro y amigo, por ser el mentalizador de esta investigación y por todo el apoyo brindado en la misma.

Al Dr. Javier Domínguez Brito, Director de Tesis.

Al Ing. Hernán Uvidia, Director de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria.

Al Ing. Leo Rodríguez, Coordinador del Programa Didáctico Productivo de Investigación y Vinculación del Laboratorio Móvil.

A los miembros del tribunal, Ing. Karina Carrera, Dr. Francisco Lam, Msc. Joel Rodríguez.

A todos los docentes ecuatorianos y cubanos con quienes tuve el privilegio de compartir y aprender.

A mis compañeros Verónica, María, Jairo, Santiago, Blanca, por la amistad brindada.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	vix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE GRAFICOS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY.....	xv

Índice General

Contenido	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
a. Objetivos:	5
1. General	5
2. Específico	5
3. Hipótesis	5
CAPÍTULO I	
1. REVISIÓN DE LITERATURA.	6
1.1. La vainilla (<i>Vanilla</i> sp)	6
1.1.1. Generalidades.	6
1.1.2. Especies de Vainilla	6
1.2. Descripción botánica de la Vainilla (<i>Vanilla</i> sp.)	7
1.2.1. Descripción taxonómica	7
1.2.2. Descripción Morfológica	8
1.2.2.1. Raíz	8
1.2.2.2. Tallo	8
1.2.2.3. Hojas	8
1.2.2.4. Flores	9
1.2.2.5. Frutos	9
1.2.2.6. Semillas	9
1.3. Manejo del cultivo.	9
1.3.1. Reproducción	10
1.3.2. Plantación de tutores.	11
1.3.3. Combate de malezas.	11
1.3.4. Abono	12
1.4. Requerimientos Agroecológicos	12
1.4.1. Clima.	12
1.4.2. Temperatura.	12
1.4.3. Precipitación.	13
1.4.4. Altitud.	13
1.4.5. Luz-sombra.	13
1.5. Auxinas	14
1.5.1. Ácido α -Naftalenacético (ANA)	14
1.6. Sustratos.	15
1.7. Turba	16
1.7.1. Turba Rubia	16
1.7.2. Turba Negra	17
CAPÍTULO II	
2. MATERIALES Y METODOS.	18
2.1. Localización y duración del experimento	18
2.1.1. Coordenadas Geográficas:	18
2.1.2. Coordenadas Planas UTM (Aprox.)	18
2.2. Condiciones meteorológicas	18
2.3. Clasificación ecológica:	18

2.4.	Materiales y equipos	19
2.4.1.	Materiales	19
2.4.2.	Equipos	19
2.5.	Factores de estudio	19
2.6.	Diseño experimental	19
2.7.	Manejo del Experimento	20
2.7.1.	Primera Fase (Infraestructura y Plantación)	20
2.7.1.1.	Medición del área experimental	20
2.7.1.2.	Limpieza del área experimental	20
2.7.1.3.	Construcción del vivero	20
2.7.1.4.	Obtención y preparación de los sustratos	20
2.7.1.5.	Aplicación de hormona ANA	21
2.7.1.6.	Medición y nivelación del área para las unidades experimentales	21
2.7.1.7.	Construcción de cajones	21
2.7.1.8.	Preparación del sustrato	22
2.7.1.9.	Obtención del material vegetativo	22
2.7.1.10.	Plantación	22
2.7.1.11.	Identificación de los tratamientos	22
2.7.1.12.	Tutorado	22
2.7.2.	Segunda Fase (Seguimiento y Evaluación)	23
2.7.2.1.	Momento de mediciones de parámetros fisiológicos para el cultivo de <i>vanilla</i> sp en condiciones de vivero	23
2.8.	Análisis Económico	24
2.9.	Análisis estadístico	24

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	26
3.1.	Porcentaje de prendimiento a los 60 días.	26
3.2.	Numero de plantas con brote a los 45 y 80 días	26
3.3.	Longitud de brote en cm a los 45, 60, 80, 100, 120 Y 150 días.	27
3.4.	Diámetro de brote en cm a los 80, 100, 120 y 150 días.	29
3.5.	Número de hojas por planta a los 60, 80, 100, 120 y 150 días.	30
3.6.	Longitud y Anchode hojas en cm a los 80, 100, 120 y 150 días.	31
3.7.	Longitud y Diámetro de raíz en cm a los 150 días	32
3.8.	Vigor de la planta a los 150 días	36
3.9.	Costo de producción de plantas de vainilla	37
4.	CONCLUSIONES	38
5.	RECOMENDACIONES	39
6.	BIBLIOGRAFÍA.	40
7.	ANEXOS	45

Índice de tablas

Nº	Contenido	Pág
1	Código y especificación para evaluar el vigor de la planta	24
2	Comparación de medias pertenecientes a porcentaje de prendimiento a los 60 días para sustratos.	26
3	Comparación de medias pertenecientes a longitud de brotes en cm para sustratos a los 60,80 y 120 días.	28
4	Comparación de medias pertenecientes a longitud de brotes en cm para sustratos en interacción de Factores sustrato x hormona a los 120 y 150 días.	29
5	Comparación de medias pertenecientes a diámetro de brotes a los 80, 100, 120 y 150 días.	30
6	Comparación de medias para número de hojas por planta a los 60, 80y 150 días en sustratos.	30
7	Comparación de medias pertenecientes a longitud de hojas en cm para sustratos a los 80, 120 y 150 días.	32
8	Comparación de medias pertenecientes ancho de hoja en cm para sustratos a los 80, 100, 120 y 150 días	32
9	Comparación de medias en longitud de raíz en cm para la Interacción entre factores Sustrato x Hormona a los 150 días.	35
10	Comparación de medias en diámetro de raíz en cm pertenecientes a la interacción factor Sustrato x Hormona a los 150 días	36
11	Comparación de medias pertenecientes al vigor de la planta para sustratos a los 150 días.	36
12	Comparación de medias pertenecientes al vigor de la planta para la interacción sustratos x hormona a los 150 días.	37

Índice de gráficos

Nº	Contenido	Pág.
1	Comparación de medias pertenecientes a número de plantas con brote para sustratos a los 45 y 80 días.	27
2	Comparación de medias pertenecientes a longitud de brotes para sustratos a los 45, 100 y 150 días.	28
3	Comparación de medias para número de hojas por planta a los 100 días en sustratos.	31
4	Comparación de medias pertenecientes a longitud de hojas para sustratos a los 100 días.	32
5	Comparación de medias pertenecientes a longitud de raíz para sustratos a los 150 días.	34
6	Comparación de medias pertenecientes a longitud de raíz para hormonas a los 150 días.	34
7	Comparación de medias pertenecientes a diámetro de raíz para sustratos a los 150 días	35
8	Comparación de medias para diámetro de raíz para hormonas a los 150 días	35

Índice de figuras

Nº	Contenido	Pág.
1	Manejo del experimento en su primera fase (Infraestructura y Plantación).	23
2	Seguimiento y evaluación de longitud de brote en la <i>vanilla sp.</i>	25

Índice de Anexos

Nº	Contenido	Pág.
1	Porcentaje promedio de prendimiento a los 60 días	45
2	Porcentaje promedio de plantas con brotes a los 45 y 80 días	46
3	Longitud promedio de brote en cm a los 45 y 60 días.	47
4	Longitud promedio de brote en cm a los 80, 100, 120 y 150 días	48
5	Diámetro promedio de brote a los 80, 100, 120 y 150 días	49
6	Número promedio de hojas por planta a los 60, 80, 100, 120 y 150 días	50
7	Longitud promedio de hoja a los 80, 100, 120 y 150 días.	51
8	Ancho promedio de hojas a los 80, 100, 120 y 150 días	52
9	Longitud promedio de raíz a los 150 días	53
10	Diámetro promedio de raíz a los 150 días	54
11	Vigor promedio de la Planta a los 150 días	55
12	Análisis de costos por tratamientos con dosis alta de hormona (H1)	56
13	Análisis de costos por tratamientos con dosis cero de hormona (H0)	57
14	Resultados de análisis Sustrato Arboriente	58
15	Resultados de análisis sustrato de bosque secundario.	59
16	Resultados de análisis Turba negra	60
17	Resultados de análisis Sustrato arboriente + Turba Negra	61
18	Resultados de análisis Sustrato bosque secundario + Turba Negra	62

Esta investigación se realizó en el Centro de Investigación, Postgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), en el Cantón Santa Clara, Provincia de Pastaza y cuyo objetivo principal fue evaluar el efecto de cinco sustratos y una dosis de ácido naftalenacético en la propagación de esquejes de vainilla; los mismos fueron: Sustrato de bosque secundario (SBS), Sustrato arboriente (Sa), Turba Negra (TN), Mezcla de 50% sustrato de bosque secundario + 50% turba negra (SBS + TN), Mezcla de 50% sustrato arboriente + 50% Turba Negra (Sa + TN); y dos dosis de ácido naftalenacético: dosis cero (H0) y una dosis alta (H1= 0,1g/cm³). De todas las evaluaciones realizadas, los mejores resultados se obtuvieron en el sustrato arboriente (Sa) y en la mezcla Sustrato arboriente + Turba Negra (SaTN) en las variables longitud de brote, tallo, longitud, ancho y número de hojas, mientras que en longitud de raíz los sustratos que mejores rendimientos presentaron fueron la mezcla SBS + TN y turba negra en diámetro de raíz. En cuanto a las dosis de hormona en las únicas variables en las cuales existieron diferencias altamente significativas fueron: longitud y diámetro de raíz, obteniéndose mejores resultados en los tratamientos con dosis alta de hormona (H1), mientras que en las demás variables estudiadas no tuvo una mayor influencia. En base a estos resultados se concluyó que, los cinco sustratos y el ácido Naftalenacético, tuvieron influencia en los resultados obtenidos, el Sa y el SBS son los más adecuados para procesos de enraizamiento, el sustrato TN fue el de menor rendimiento en las variables anteriormente mencionadas, el ANA solo tuvo influencia en la longitud y diámetro de raíz. El costo mas bajo de producción de plantas fue de \$ 1,72 en los sustratos Sa y SBS

Palabras claves: Sustratos, ácido Naftalenacético (ANA), esquejes

8. SUMMARY

This study aimed to evaluate the effect on the propagation of cuttings of vanilla 5 types of substrates and naphthaleneacetic acid, the same as were secondary forest substrate (SBS), Substrate arboriente (Sa), black peat (TN), Mixing 50% of secondary forest substrate + 50% black peat (SBSTN) substrate mixture of 50% + 50% arboriente black peat (SaTN) and two doses of naphthaleneacetic acid: A zero dose (H0) and a high dose (H1 = 0.1g/cm³). Of all the assessments, the best results were obtained in the substrate arboriente (Sa) in length variables bud, stem, length, width and number of leaves. While root length substrates showed better yields were the mixture SBSTN and black peat root diameter. As for the dose of hormone in the only variables in which existed significant differences were root length and diameter, obtaining better results with high dose treatment of hormone (H1), whereas in the other studied variables had no greater influence. Based on these results it was concluded that the substrate arboriente had a great influence on the variables, whereas black peat substrate was the lowest-performing in the aforementioned variables.

Introducción

La Vainilla es una orquídea distribuida mundialmente en regiones tropicales, originaria de los bosques de: México, Centro América, parte norte de Sur América y Tahití; como la mayoría de las orquídeas, necesita de sombra para su desarrollo normal; la regulación de sombra, es una de las prácticas más importantes para el cultivo, especialmente cuando la planta es pequeña (Olivares, 2010).

La propagación sexual es difícil bajo condiciones naturales al tener la flor los órganos sexuales separados por una membrana llamada róstelo que impide la polinización natural y se tardaría de 310 a 570 días para obtener plántulas completas en invernadero, (Parra, 1987 citado por Alatorre, 2002), por tal razón la multiplicación se la realiza de forma asexual a través de esquejes de tallos, donde el uso de reguladores de crecimiento para propagación de vainilla es escaso, pero, en base a los resultados obtenidos en diversas investigaciones con varias especies de plantas, éstos podrían aumentar el desarrollo de las plantas estimulando una rápida emisión de raíces y una mayor cantidad de brotes laterales, rompiendo así, en algún grado, el hábito monopódico de las especies que conforman este género.

La vainilla se desarrolla perfectamente en armonía con los recursos forestales, debido a que aparte de la sombra, requiere de árboles como tutores, utilizándoles de sostén y a la vez aprovechan el aporte de materia orgánica (Hernández, 2011).

Hoy en día es considerada como el saborizante de mayor importancia en el ámbito mundial, debido a su uso en diversas y variadas industrias alimentarias, pasando por la licorera, farmacéutica, cosmética, tabacalera y refrescos (Elorza y López, 2007).

Estos múltiples usos y la prohibición de la vainilla sintética como saborizante en la elaboración de alimentos, ha influido para que cada vez sean más los países que lo cultiven mejorando día a día su rendimiento, a

tal punto que en el año 2009, a nivel mundial se registraron 73.480 ha cosechadas, con una producción de 9.815 toneladas

La cultura de la vainilla se ha extendido en diversas regiones tropicales húmedas del mundo. Dos países, Madagascar e Indonesia, mantienen sin embargo la mayor parte de la producción mundial. A pesar de que a lo largo de los años 1990, Indonesia se mantuvo como líder, Madagascar ha recobrado hoy en día la posición dominante. En Madagascar, en 2004, la vainilla era el modo de subsistencia de 80.000 agricultores. Se cultivaba sobre todo en la región de Sava, en el noreste de la isla donde se encuentran 24.000 de las 29.500 hectáreas plantadas en la isla. Se calcula que las otras plantaciones suponen unas 1.500 hectáreas en la región de Diego Suárez y unas 3.800 hectáreas en la región de Toamasina, el puerto por el que se realizan las exportaciones de la especie. Otros países, de larga tradición en el cultivo de vainilla, que siguen ayudando de manera más modesta al mercado mundial son: México, los Comores aunque han aparecido otros nuevos países que se han lanzado a su producción, tales como Uganda, el Estado de Kerala en la India, Papúa, Nueva Guinea; las islas Tonga, etc. China produce asimismo Vainilla en la provincia de Yunnan (FAO, 2009).

Según las fuentes, los datos pueden aparecer como contradictorios. La evaluación de la FAO no dan más que una visión incompleta (donde falta de manera clara la India y Papúa Nueva Guinea) y somera (muchas cifras son aproximadas o han sido extrapoladas). De una manera general, los profesionales están de acuerdo en considerar que la producción mundial anual de vainilla elaborada está distribuida de la siguiente manera: Madagascar e Indonesia con una producción de 4.362 y 2.830 toneladas respectivamente, seguidos de China con 1.382 toneladas y México en el cuarto lugar con 524 toneladas, de estos cuatro países, el país con mayor rendimiento fue China, con una producción estimada de 1,13 Ton/ha (FAO, 2009).

En nuestro país, según datos del III Censo Nacional Agropecuario del 2000 y datos estadísticos sobre producción agrícola del 2010 y 2011, el 60,40 % de la superficie están bajo unidades productivas agropecuarias (UPAs), realmente utilizadas. La Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), en 2011, proporcionó datos referentes a cultivos permanentes, donde se registró una tasa de crecimiento anual de 0,86% en referencia al 2010, representando además el 12 % del uso total del país, mientras que los cultivos transitorios, tuvieron una participación del 8% en el mismo año y presentaron una variación anual de -1,01%. A nivel regional, la costa cuenta con mayor presencia de cultivos permanentes con un 22%, la Sierra con 6% y el Oriente con 4%. A nivel nacional la mayor superficie de tierra cultivable, está destinada a pastos cultivados con un 29%. En la región Amazónica u Oriental, del total de superficie que posee, el 53,4%, corresponde a montes y bosques, el 32,5% de pastos cultivados y apenas un 4,6% está dedicada a cultivos, (INEC, 2010). Es decir que en esta región predomina la actividad ganadera.

En cuanto a la Provincia de Pastaza, de 5.262 UPAs, que posee, 3.743 corresponden a pastos cultivados, lo que corresponde a una superficie de 64.380 ha, para cultivos permanentes posee 4.563 UPAs dando un total de 11.510 ha; entre los principales cultivos que se reportan están: banano, cacao, café, plátano y caña de azúcar (INEC, 2011)

Según esta información, en nuestro país, no existen áreas cultivadas, ni mucho menos cifras de producción de vainilla, pese a que la región amazónica, especialmente la Provincia de Pastaza presenta las condiciones adecuadas para su explotación, sin embargo existen reportes de la existencia de plantas pertenecientes a este género en bosques naturales.

Se tiene conocimiento que en la Provincia de Napo (Amazonía), existe un vivero para propagación de vainilla perteneciente a la Asociación Kallary. Esta asociación se dedica al cultivo y procesamiento de cacao

proveniente del sector para la elaboración de chocolates para exportación, quienes aprovechando que sus socios poseen en sus granjas una que otra planta, lograron proveerse de material vegetativo para propagarlo y de esta manera incentivar a su cultivo a los mismos, en vista de que necesitan el producto como materia prima y adicionalmente lograr con esto una mayor diversificación de las fincas, esperando a futuro incrementar el área de cultivo. Sin embargo son conscientes de que les falta investigación y capacitación para el manejo de este cultivo pero son renuentes a trabajar con instituciones gubernamentales porque aducen que las mismas se maneja con intereses políticos pero están prestos a colaborar con instituciones de educación superior que deseen investigar en esta área (Cayapa, 2012).

En Pastaza la producción agrícola es limitada, sus habitantes en el sector rural en su mayoría colonos, muy pocos se dedican a la agricultura, otros a la venta de madera y la mayoría a la ganadería, siendo estas dos últimas actividades las causantes de los problemas más grandes que enfrenta en la actualidad la Provincia de Pastaza y la región, como son sin duda alguna, la deforestación, ocasionada por la tala indiscriminada de bosques y por la expansión de la frontera ganadera, debido a que muchas personas que antes se dedicaban a la agricultura ahora son ganaderos, abandonando prácticas de cultivos tradicionales como lo fue en su momento la naranjilla, en vista de los múltiples problemas ocasionados por la presencia de plagas y enfermedades, malas condiciones climáticas, falta de asistencia técnica y la poca rentabilidad que dejaba el cultivo.

En vista de todos estos problemas, conociendo la importancia comercial que tiene a nivel mundial la vainilla, la alta demanda que posee, y sabiendo que ciertas especies se desarrollan de forma natural en los bosques de la Amazonía; esta se presenta como una alternativa en la producción agrícola en el sector, debido a su fácil adaptación a las condiciones climáticas de la zona, y al no existir información documentada de la vainilla en nuestro país, surge como problema científico, la necesidad de evaluar la respuesta de las variables de crecimiento de la

planta en condiciones de vivero y poder determinar las características agronómicas de la misma.

Objetivos

1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de cinco sustratos y una dosis de Ácido α Naftalenacético (ANA) en la propagación de esquejes de vainilla (*Vanilla sp*) en condiciones de vivero en el Centro de Investigación, Postgrado y Conservación de la Biodiversidad Amazónica-UEA, Santa Clara-Pastaza.

2. Objetivos específicos

- Determinar el sustrato adecuado para el proceso de enraizamiento de esquejes de vainilla.
- Evaluar la influencia de la hormona ANA en el proceso de enraizamiento de los esquejes de vainilla en cada sustrato.
- Determinar las características fenotípicas de la vainilla en su primera etapa de crecimiento en condiciones de vivero.
- Determinar el costo de producción de planta de vainilla.

3. Hipótesis

- Con el uso de sustrato de bosque secundario, sustrato de corteza de árboles, turba negra y la combinación de estos con la hormona ANA, se obtendrá mejor enraizamiento y brotes por esqueje.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA.

1.1. La vainilla (*Vanilla* sp)

1.1.1. Generalidades.

La vainilla pertenece a la familia Orchidaceae y forma parte del género vainilla, en el que se incluyen aproximadamente 155 especies (Govaerts *et. al.*, 2006, citado por Castro, 2008).

1.1.2. Especies de Vainilla

Para la producción comercial, se cultivan solamente tres: vainilla *planifolia* Andrews o *Vanilla fragans* Salisbury, vainilla *tahitensis* Moore y vainilla *pompona*, (Curti, 1995; Tousaint-Samat, 2002; Velásquez, 2004 citados por Castro, 2008). Además de las especies seleccionadas, Soto, (2003), citado por Castro, (2008), indica la existencia de otras especies aromáticas que se cultivan localmente, aunque no tienen un valor económico alto, tal es el caso de *V. chamisonis* Klotzsch en Brasil, entre otras.

De acuerdo a su importancia comercial, se enumeran las tres principales especies de vainilla cultivadas a nivel mundial:

- *Vanilla planifolia*.
- *Vanilla pompona*.
- *Vanilla tahitensis*.

La Asociación Naturland en una publicación realizada en el año 2000 acerca de la vainilla cita las siguientes características para cada una de estas especies.

La Vanilla pompona posee tallo grande, más suave, de crecimiento lento, hojas de 15 a 28 cm de largo y 4 a 12 cm de ancho; flores más largas y carnosas, labelo sin líneas. Las vainas son más cortas,

gruesas y cilíndricas, de 10 a 17 cm de largo y de 2,5 a 3,5 cm de ancho. No son dehiscentes y posee mayor producción.

La *Vanilla planifolia* es de tamaño y grosor intermedio, posee hojas que van de 5 a 25 cm de largo y de 2 a 10 cm de ancho; labelo con lóbulos granulados, pétalos de similar tamaño de color amarillo verduscas o amarillentas; las vainas son casi cilíndricas, de 15 a 20 cm y de 8 a 14 mm de diámetro. Rara vez son dehiscentes.

La *Vanilla tahitensis* es de hojas más delgadas, son menores a 5 cm, en cuanto a la flor, el segmento del periantio es más largo, un pétalo es más corto que los sépalos y de color rojizo. Las vainas pueden ser de 12 a 14 cm de largo y 9 cm de ancho, más anchas en el centro que en los extremos y de color rojizo. Información que coincide con el estudio de, (Castillo & Engleman, 1993).

1.2. Descripción botánica de la Vainilla (*Vanilla* sp)

La planta de vainilla es una especie perenne, terrestre, epífita o hemiepífita y crece sobre los árboles o arbustos, que le dan sostén y sombra; su principal fuente de nutrición es la materia orgánica o humus natural, producto de la descomposición de los materiales vegetales y animales. Su hábitat natural, son los bosques o selvas tropicales cálidos húmedos; sin embargo, a nivel comercial se cultiva en terrenos con vegetación secundaria, en asociación con otros cultivos o en tutores establecidos (Baltazar, 2010).

1.2.1. Descripción taxonómica

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida (liliopsida)
Orden:	Orchidales
Familia:	Orchidaceae
Género:	<i>Vanilla</i>

1.2.2. Descripción Morfológica

1.2.2.1. Raíz

Es una raíz adventicia normal, pero que posee pelos absorbentes, lo cual la hace una gran consumidora de agua, crecen de manera superficial en el suelo sobre la materia orgánica y no son profundas. Son carnosas y largas, sirven a la planta para adherirse al tutor, pero tienen una estructura exterior llamada velamen que les permite absorber y retener el agua. Las raíces subterráneas se llaman trazadoras ya que se extienden en un radio de hasta 8 cm, a través de ellas adquieren los nutrientes del humus del suelo (León, 1987).

1.2.2.2. Tallo

El tallo es comúnmente conocido como bejuco, es trepador, presenta zarcillos radicales, con los cuales se fija sobre otros árboles. Posee yemas, de las cuales brotan hojas e inflorescencias, una por yema respectivamente. Los tallos pueden ser simples o ramificados, de aquí es donde salen las hojas y las raíces, son grandes, suculentos, verdes y carnosos (Cordero, 1986).

1.2.2.3. Hojas

El área foliar en las plantas, ejercen una fuerte influencia en la productividad de un cultivo, (Prive *et. al.*, 1994 citado por Olivares, 2010). Las hojas son enteras, planas, ovales, oblongas y terminadas en punta, son alternas paralelinervias, gruesas y cerosas de 15 a 18 cm de largo y de 5 a 7 cm de ancho, nacen de cada uno de los nudos del bejuco, en oposición con las raíces aéreas modificadas, son subsésiles, provistas de un peciolo corto que forma una especie de canaladura, sus nervaduras son paralelas y oscuras, se vuelven prominentes cuando la hoja se seca (León y Luelmo, 1987).

Según Olivares, (2010) las plantas de vainilla pueden alcanzar hasta 27,2 hojas en un periodo de 6 meses.

1.2.2.4. Flores

Las inflorescencias de la vainilla son racimos axilares, cada planta produce de 10 a 20 y cada racimo de 10 a 20 flores. La flor mide alrededor de 5 cm, es hermafrodita, de color blanco, ligeramente amarillo verdoso y poco abiertas (Jiménez, 1990; Tencio, 1992 y Luelmo, 1987). Estas flores son las típicas de una orquídea con tres sépalos, tres pétalos, dos normales y uno modificado en labelo que cubre a la columna, esta contiene a la antera y al estigma separado por el róstelo, que impide la autopolinización. El ovario permanece derecho y se vuelve pendiente luego de la floración (Luelmo, 1987).

1.2.2.5. Frutos

El fruto es una cápsula carmosa, larga, succulenta, ligeramente triangular y dehiscente. Mide de 15 a 25 cm de largo por 8 o 14 mm de diámetro, tarda de 3 a 10 meses en madurar. Sus cápsulas son negras a la maduración, maduro, el fruto desprende un aroma muy llamativo y cierta cantidad de aceites cuyo principal componente es la vainillina, propiedades por las cuales es valioso este fruto. En términos generales una planta nueva puede soportar de 5 a 15 frutos, una planta adulta de 30 a 60 pero existen plantas muy vigorosas que soportan 100 o más frutos (Jiménez, F. 1990).

1.2.2.6. Semillas

Las semillas son muy pequeñas y redondas; miden de 0,24 a 0,33 mm y en un fruto se estima puede haber hasta 100 000. Carecen de endospermo y son fértiles solo si son producto de polinización natural (Cordero, 1986).

1.3. Manejo del cultivo.

La naturaleza del suelo no es de primordial importancia, siempre que la tierra tenga un excelente drenaje, ricos en humus y pH de 6-7 (Childers, 1959; Soto 2003; Ranadive, 2005, citados por Hernández, 2009).

Plantar en bosques establecidos elimina la necesidad de poner la sombra uno o dos años antes que la vainilla, también la necesidad de agregar materia orgánica se reduce durante los primeros años. Plantar en tierra limpia, aunque es más costoso de iniciar, generalmente produce más y es más eficiente. En México la mayoría de las plantaciones se han hecho casi exclusivamente principiando con bosques sin talar, mientras que en Madagascar las plantaciones han sido establecidas en su mayor parte en tierras previamente desmontadas, sin embargo ambas tienen sus ventajas y desventajas (Pérez, s/f).

1.3.1. Reproducción

La vainilla comercial se propaga casi exclusivamente por medio de esquejes. Normalmente se utilizan esquejes de 6 a 8 nudos (80-100 cm de longitud y 1 cm de diámetro). Este tipo de esquejes permite que aceleren el crecimiento de sus brotes y entren más rápido en floración (Ranadive, 2005 citado por Hernández, 2009).

Según Nieto, (2010) para selección de esquejes, se deben elegir guías nuevas pero duras, cuyo tallo tenga al menos un cm de diámetro, preferentemente debe emplearse aquel que aún no ha producido flor.

Olivares, (2010) también sostiene que "las yemas producen crecimiento vegetativo e inflorescencias, una vez ocurrido cualquiera de los dos procesos, queda imposibilitada para desarrollar crecimiento adicional, llegándose a conocer a este tipo de yemas como "ciegas".

Cuando no hay material de propagación abundante, se pueden usar porciones de tallo con un solo nudo, método que se ha experimentado en Ivolina (Madagascar). La plantación de las estacas se realiza en un surco de 10 cm profundidad por 20 a 40 cm de largo de largo y se tapa con tierra y hojarasca (Parra, 1984).

Es necesario acotar que el término esqueje fue utilizado por Felipe, (1999), término con el cual se conoce a las estacas tomadas de los brotes en crecimiento activo y con escaso grado de lignificación. Son fragmentos de tallos y hojas jóvenes que se injertan o se entierran para que nazca una nueva planta y los tipos más comunes son las estacas de hoja, estacas de hoja con yema axilar y estacas de raíz.

1.3.2. Plantación de tutores.

Para sostener la vainilla es necesario el empleo de tutores, indispensables para su condición de planta trepadora a la vez que son útiles para, en el caso de tutores vivos, proporcionar la sombra requerida, o parte de ella, así como materia orgánica (Curti, 1995).

Al escoger el tutor o tutores vivos, deben tenerse en cuenta ciertas características de importancia, tales como adaptación a la región, para lo cual, lo indicado es emplear especies de las que ya existen en los lugares que se vaya a plantar, de preferencia rápidos en crecimiento, aunque de altura no muy grande para poderlos con facilidad y mantener los bejucos de vainilla a un nivel que no dificulte las labores de fecundación y reproducción de guías, que no cambie la corteza, ramifique en forma regular y de hojas que proporcionen una media sombra. Es recomendable hacer la selección entre las leguminosas, pues las raíces de esta familia tienen la propiedad de fijar al suelo nitrógeno que toman del aire (Paniagua, 2009).

1.3.3. Combate de malezas.

El combate de malezas se hace de forma manual, generalmente con machete y en algunas ocasiones se utilizan desbrozadoras, eliminando así todas aquellas hierbas que compiten con la planta de vainilla. Esta práctica mejora la ventilación, especialmente, durante la época de lluvia, evitando así condiciones favorables para el desarrollo de plagas y enfermedades (Ramírez, et. al., 1999).

1.3.4. Abono

Para hacer un vainillal realmente productivo la planta debe recibir todos los elementos necesarios para su desarrollo y fructificación los cuales en el caso de la vainilla, el principal nutriente ha sido la materia orgánica o "humus" proveniente de la descomposición natural de vegetales y animales, o lo que se obtiene mediante el proceso de compostaje o lombricompostaje (Heid, 2000).

Los nutrientes encontrados en mayor cantidad en la vainilla han sido Calcio, Potasio, Nitrógeno, Fósforo, Hierro y Cobre (Domínguez, 2005 citado por Hernández, 2009).

Por esta razón, de manera preliminar a estos elementos se los considera los más importantes para el cultivo, no obstante todavía no se ha determinado los niveles óptimos o normales para la nutrición de la vainilla, pero se sugiere la utilización de los rangos utilizados en las orquídeas en general (Ranadive, 2005 citado por Hernández, 2009).

1.4. Requerimientos Agroecológicos

La planta de vainilla para su óptimo desarrollo y producción requiere de las condiciones agroecológicas siguientes:

1.4.1. Clima.

La vainilla se desarrolla preferiblemente en un clima húmedo cálido (Anlew, 1974).

1.4.2. Temperatura.

La temperatura media anual óptima para su crecimiento es de aproximadamente 21°C, con un promedio mínimo de temperaturas entre 7°C y 12°C, las cuales resiste por un periodo corto y un promedio máximo de 28°C a 32°C (Guerra, 1992).

1.4.3. Precipitación.

Según Soto, (2003) el cultivo de vainilla requiere una precipitación media anual entre 2000 a 3000 mm bien distribuida durante el año, excepto, en el periodo de polinización, ya que las lluvias disminuyen el porcentaje de las flores polinizadas, por lo cual, en este periodo, es preferible aplicar riegos al suelo. Sin embargo Anlew (1974), sostiene que es capaz de resistir precipitaciones hasta 4200 mm.

También la planta necesita de dos a tres meses relativamente secos para estimular la floración de la planta. En lugares, con una precipitación, mayor a 3000 mm anuales, las plantaciones tienen más ataque de hongos, principalmente por *Fusarium* sp, por el contrario, en lugares con bajas precipitaciones y si no se tiene un sistema de riego, la escases de agua constituye el peor enemigo de la vainilla (III Convención Nacional de Vainilleros, 1991).

1.4.4. Altitud.

El cultivo puede realizarse desde el nivel del mar hasta los 600-800 msnm, geográficamente su cultivo se restringe entre los 25° latitud norte y 25° latitud sur, situándose las mejores condiciones para que prospere en latitudes comprendidas entre los 15° y 20°, fuera de estos límites la vainilla solo vegeta (Guerra, 1992 y Alatorre, 2002).

1.4.5. Luz-sombra.

La planta de vainilla para su crecimiento óptimo requiere 50% de luz o sombra en la mayor parte del año. Pero, en épocas secas con soles intensos, es preferible mantener una sombra de 50 a 70%, que permita conservar la humedad del suelo y del aire. Mientras que en los meses lluviosos, la cantidad de sombra, debe ser de 30 a 50% para evitar condiciones favorables al desarrollo de enfermedades (Ranadive, 2005 citado por Hernández, 2009).

Según resultados obtenidos por Olivares, (2010) la vainilla puede alcanzar una longitud entre 150 y 175 cm en cubierta de sarán con

un 50% de luminosidad, mediante la aplicación de reguladores de crecimiento y un diámetro de 0,89 cm en un periodo de 7 meses.

1.4.6. Auxinas

El término Auxina fue utilizado por primera vez por Fritz Went en 1926 (Ross y Salisbury, 1994). Varias clases de reguladores de crecimiento como las auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido abscísico y etileno, influyen en la iniciación de raíces. De ellos las auxinas son las que ejercen mayor efecto en la formación de raíces en las estacas. En 1935, Went y Kenneth demostraron que el ácido indol acético (IAA) estimula la iniciación de raíces en cortes de tallo; la auxina sintética ácido α - Naftalenacético (NAA) por lo común es más eficaz que el IAA (Westwood, 1982).

Olivares, (2010) obtuvo en un ensayo en esquejes de vainilla sin ningún tipo de tratamiento cero plantas brotadas mientras que en esquejes tratados con reguladores de crecimiento, obtuvo hasta 4 brotes por planta en 7 meses.

1.5.1. Ácido α -Naftalenacético (ANA)

El ácido α -Naftalenacético (ANA), actúa estimulando la actividad fisiológica de la planta, que actúa sobre los puntos de crecimiento activo en diferentes procesos. Es un activador enzimático que afecta la división celular, promoviendo la emisión radical en las plantas por trasplantar o en plantas ya sembradas. Es un fitoregulator hormonal, con actividad auxínica horizontal, que ejerce su acción en forma análoga a otros compuestos homólogos, como el ácido indol butírico (AIB) y/o el ácido indol acético (AIA), pero con mayor versatilidad y eficiencia que estos, ya que estimula el metabolismo de la planta en diversos eventos fisiológicos además del enraizamiento, brindando mayor energía y vigor, y presentando menores tasas de degradación (Ramos, *et al.*, s/f).

De igual manera Arévalo, (2004 citado por Lema, 2011) manifiesta que, los reguladores de crecimiento que componen hormonagro, contiene una hormona vegetal específica, que actúa en forma más específica que otros homólogos como IBA (ácido Indol butírico), IAA (ácido Indol acético) en el proceso de enraizamiento.

Lema, (2011) en una investigación realizada en procesos de enraizamiento de esquejes de tres cultivares de *Hypericum* sp, utilizando ácido naftalenacético obtuvo los siguientes resultados en las siguientes variables: porcentaje de prendimiento 98,15 %, porcentaje de enraizamiento de 63,66 % a los 59 días y longitud de raíz 4,38 cm a los 61 días.

De igual manera en un estudio similar realizado por (Noboa, 2010) en *Vaccinium floribundum* kunth utilizando dosis alta de ácido naftalenacético (1g/cm³) con diferentes sustratos obtuvo resultados para porcentaje de prendimiento entre 4,4 y 20 % a los 90 días hasta 86,7 % a los 150 días; número de brotes por estaca desde 0,7 a 1,9 a los 90 días, hasta 2,7 a los 150 días y una longitud de brote entre 0,2 y 0,8 cm hasta 1,2 cm a los 150 días.

1.6. Sustratos.

El término sustrato en agricultura, se refiere a todo material, natural o sintético, mineral u orgánico, de forma pura o mezclado, cuya función principal es servir como medio de crecimiento y desarrollo a las plantas, permitiendo su anclaje y soporte a través del sistema radical, favoreciendo el suministro de agua, nutrientes y oxígeno. En la actualidad existen una gran cantidad de materiales que pueden ser utilizados para la elaboración de sustratos, y su elección dependerá de la especie vegetal a propagar, tipo de propágulo, época, sistema de propagación, precio, disponibilidad y características propias del sustrato (Hartmann y Kester, 2002 Citados por Calderón, s/f).

1.7. Turba

La turba, también conocido como *peat moss*, es un material orgánico compacto, de color pardo claro hasta oscuro y rico en carbono. Está formado en regiones nórdicas con pantanos por una masa esponjosa y ligera en la que aún se aprecian los componentes vegetales que la originaron. Tiene propiedades físicas y químicas variables en función de su origen.

La turba de *Sphagnum* ha sido, históricamente, el material orgánico más frecuentemente empleado como componente de los sustratos para la producción de plantines comerciales. Es un producto de ecosistemas húmedos, y podría considerarse un recurso no renovable debido a los niveles de extracción en zonas pantanosas e inundables para satisfacer la demanda de la actividad hortícola en general (Meerow, 1997 citado por Hashimoto, 2010).

1.7.1. Turba Rubia

La turba rubia o poco descompuesta debido a su estructura posee una excelente porosidad y es buena receptora de soluciones nutritivas, proporcionando gran aireación a las raíces. Además está libre de gérmenes y semillas de malas hierbas y es bastante ligera. Después de su humedecimiento y abonado puede ser utilizada inmediatamente. Entre las propiedades más importantes de los diversos tipos de turbas rubias cabe señalar las siguientes:

Densidad aparente: 90 - 150 g/l.

Materia seca: 55 - 75 g/l.

Porosidad: 90 - 95 %

pH: 2,5 – 4,0.

Capacidad de cambio: 60 - 120 meq/l.

Cenizas: 1% de la materia seca a 105°C.

Calcio: menor 0,5 % sobre materia seca.

Poseen sustancias activas como el ácido beta-indol-acético, que puede tener un efecto positivo sobre el enraizamiento; la foliculina,

de efecto estimulador sobre el crecimiento de los vegetales (wikipedia, 2012).

1.7.2. Turba Negra

La turba negra tiene una alta capacidad de absorción de nutrientes presentes en los fertilizantes. Estos son almacenados y dispersos gradualmente a través del suelo. De otro modo, valiosos nutrientes se perderían por lixiviación. Favorece el crecimiento natural de las plantas conservando la humedad y acelera el proceso de germinación. Su composición es ligeramente ácida. A continuación se detallan las principales características:

pH: 4,9 y 5,0

Saturación: 77.6% y 80.8%

Materia Orgánica: 70,7% y 71,7%

Capacidad de Intercambio catiónico: 386,17 y 410,63 Meq/100 ml
(Calderón, s/f).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y METODOS.

2.5. Localización y duración del experimento

El ensayo tuvo una duración de 6 meses y se llevó a cabo en El Centro de investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), situado en la Región Amazónica Ecuatoriana, en la Provincia de Pastaza, Cantón Santa Clara; en la vía Puyo – Tena km. 44, junto a la confluencia de los ríos Piatúa y Anzu, constituidos como espacios estratégicos para realizar estudios de los recursos amazónicos a una altura de 575 msnm.

2.1.1. Coordenadas Geográficas.

El Cantón Santa Clara posee las siguientes coordenadas

- Latitud 01°18' S y Longitud 77°53' W, (carta/natal, 2012)

2.1.2. Coordenadas Planas UTM

18M0179037- 9863315

2.2. Condiciones meteorológicas

Precipitación media anual 4320 mm

Humedad relativa 90%

Temperatura promedio 22°C, (UEA, 2012)

2.3. Clasificación ecológica:

Según Holdridge, (1982) el Centro de Investigación de la Universidad Estatal Amazónica tiene una formación ecológica de bosque muy húmedo Pre-Montano (bmh-PM).

2.4. Materiales y equipos

2.4.1. Materiales

- Vigas de madera
- Tiras de chonta
- Tablas
- Tela de sombrero 50% iluminación (Sarán)
- Sustrato bosque secundario
- Sustrato de corteza empresa de contrachapados arboriente s.a
- Turba Negra
- Material vegetativo de esquejes de vainilla silvestre
- Ácido α -Naftalenacético ANA
- Cinta métrica, Flexómetro
- Tornillo micrométrico
- Alambre galvanizado
- Piola
- Azadón
- Machete
- Pala
- Libreta de campo
- Rotulo para los tratamientos
- Estacas
- Clavos
- Martillo

2.4.2. Equipos

- Cámara fotográfica
- Computadora
- Moto sierra

2.5. Factores de estudio

- Factor A (Sustratos)
- Factor B (Hormona)

2.6. Diseño experimental

El experimento se realizó en condiciones de vivero en un área de 240 m² y se utilizó un diseño de bloques completos al Azar en arreglo factorial 5x2 con cinco sustratos (SBS, Sa, TN, SBSTN, SaTN) y la utilización de una dosis de hormona (H1) y dosis cero (H0). La combinación de estos factores dio origen a 10 tratamientos, con 3 repeticiones.

2.7. Manejo del Experimento.

2.7.1. Primera Fase (Infraestructura y Plantación, Fig. 1).

2.7.1.1. Medición del área experimental.

El sitio donde se llevó a cabo el experimento tuvo un área de 240 m², distribuido de la siguiente manera:

Separación entre tratamientos de 0,50 m y 2 m de separación entre repeticiones.

2.7.1.2. Limpieza del área experimental.

La limpieza del área se la realizó con machete.

2.7.1.3. Construcción del vivero.

Luego de la limpieza del área en la que se realizó el experimento, se procedió al traslado de material y preparación de los mismos. Para ello se utilizó como pilares, vigas de madera de 2, 50 m, de los cuales 0,50 m fueron enterrados. Una vez que los pilares fueron colocados se procedió a colocar soportes o puntales clavándolos para evitar que los mismos cedan ante la presión originada por la templada del alambre que se colocó como soporte del sarán, se utilizó para este propósito alambre galvanizado, luego se procedió a la colocación y templada del sarán. Una vez culminada la construcción del vivero con el alambre y sarán sobrante se procedió a colocar una cerca alrededor del mismo para evitar el ingreso de algún tipo de animal.

2.7.1.4. Obtención y preparación de los sustratos

Sustrato de Bosque Secundario (SBS), se obtuvo de los primeros 3 cm de la capa superficial del suelo en bosques secundarios de la zona.

Sustrato arboriente (Sa), se obtuvo de los residuos de corteza de madera en descomposición, provenientes de la industria de contrachapado arboriente s.a. Puyo-Pastaza.

Sustrato Turba Negra (TN), turba negra de sphagnum adquirida de las casas comerciales

SBS+H0. 100% SBS + Hormona cero.

SBS+H1. 100% SBS + Hormona uno.

Sa+H0. 100% Sa + H0

Sa+H1. 100% Sa + H1

TN+H0. 100% TN + H0

TN+H1. 100% TN + H1

SBSTN+H0. 50% SBS + 50% TN + H0

SBSTN+H1. 50% SBS + 50% TN + H1

SaTN+H0. 50% Sa + 50% TN + H0

SaTN+H1. 50% Sa + 50% TN + H1

2.7.1.5. Aplicación de hormona ANA.

La hormona de enraizamiento utilizada fue el ácido Naftalenacético (ANA), se prepararon 45 esquejes destinados para este tratamiento, se colocaron 25 litros de agua y posteriormente se disolvió 250 g de ANA, cantidad equivalente a 0,10 g/cm³. Una vez disuelto, se procedió a la colocación de los esquejes por un lapso de 13 horas, siguiendo las indicaciones recomendadas por el fabricante.

2.7.1.6. Medición y nivelación del área para las unidades experimentales

En esta actividad se procedió a la nivelación de cada uno de los sitios donde se ubicaron las unidades experimentales con distancias de 0,80 m x 1,0 m.

2.7.1.7. Construcción de cajones.

Para la construcción de los cajones se utilizó tablas de 2 cm de espesor por 20 cm de ancho y una longitud de 0.80 y 1 m.

2.7.1.8. Preparación del sustrato

En la preparación de los sustratos se procedió a realizar las mezclas de acuerdo a las cantidades anteriormente establecidas y luego colocada en los cajones hasta una altura de 15 cm.

2.7.1.9. Obtención del material vegetativo

El material vegetativo utilizado fue recolectado en los Cantones: Arajuno y Pastaza. Es necesario acotar que, para la selección de este material no se siguió un protocolo de selección específico de longitud, diámetro, número de yemas, entre otros, debido a lo escaso del mismo a nivel de Provincia, para evitar cualquier daño durante el transporte, los esquejes fueron envueltos en papel periódico en paquetes de 10 esquejes, para protegerlos de daños por insolación y disminuir los riesgos de contaminación durante el viaje, hasta llegar al lugar de destino.

2.7.1.10. Plantación

Se plantó 3 esquejes en hilera por unidad experimental, con una separación de 10 cm de distancia de los bordes del cajón y 30 cm entre plantas a una profundidad de 10 cm.

2.7.1.11. Identificación de los tratamientos

Para el proceso de identificación se hicieron unos rótulos en hojas de papel bond, las mismas que posteriormente fueron emplastadas para evitar su destrucción con la lluvia y luego colocadas de acuerdo a la ubicación de los tratamientos.

2.7.1.12. Tutorado

Siendo la vainilla una planta trepadora se necesitó colocar tutores, los mismos fueron de chonta con una longitud de 2 metros, de los cuales 0,50 m fueron enterrados, colocando un tutor por cada unidad experimental.



Figura 1. Manejo del experimento en su primera fase (Infraestructura y Plantación)

2.7.2. Segunda Fase (Seguimiento y Evaluación, fig. 2)

2.7.2.1. Momento de mediciones de parámetros fisiológicos para el cultivo de *vanilla* sp en condiciones de vivero. Toma de muestras.

A los 60 días de plantado se hicieron las mediciones del prendimiento. El Porcentaje de prendimiento de la *vanilla* sp se obtuvo utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ P.L.P} = \frac{\# \text{ P.L.P}}{\# \text{ P.L.S.}} \times 100$$

En donde:

% Pl.P= Porcentaje de plantas prendidas

Pl.P=Número de plantas prendidas

PIS= Numero de plantas sembradas

A los 45 y 80 días de plantado se midió el número de plantas con brote, esta se realizó por simple inspección mediante conteo.

A los 80, 100, 120 y 150 días de plantado se midió el diámetro de los brotes: para esto se empleó un tornillo micrométrico; la medición se realizó por encima de la segunda hoja del brote.

A los 60, 80, 100, 120 y 150 días de plantado se midió el número de hojas: se la realizó por observación.

A los 80, 100, 120 y 150 días de plantado se midió la longitud y ancho de hojas: se utilizó una cinta métrica. La hoja evaluada fue la tercera, contando desde el inicio del brote.

A los 150 días de plantado se midió el Diámetro y longitud de la raíz: para esta actividad se escogió una planta de cada unidad experimental y se la extrajo para poder realizar la medición con una cinta métrica y el diámetro con un tornillo micro métrico.

A los 150 días de plantado se midió el vigor de la planta: Para determinar el vigor de la planta se utilizó la escala propuesta por el Investigador (tabla 2).

Tabla 1. Código y especificación para evaluar Vigor de la planta

Código	Especificación
1	Malo
2	Regular
3	Bueno
4	Muy Bueno

2.8. Análisis Económico

En vista de que en la fase de investigación no se obtuvo beneficios económicos, el análisis se realizó a través de la determinación de los costos totales por tratamiento y por producción de planta.

2.9. Análisis Estadístico

Debido a la heterogeneidad del material vegetativo de la vainilla utilizado, se procedió a realizar una transformación de los resultados

con el objetivo de disminuir el coeficiente de variación (CV) con la siguiente fórmula, propuesto por Calzada, (1970).

$$\sqrt{x+1}$$

Los datos obtenidos para los distintos parámetros medidos en este experimento con un diseño bloques completos al Azar, fueron procesados con el paquete estadístico para ordenador PASW Statistics 18. El estudio estadístico practicado a las variables respuestas consistió en un ANOVA, considerando los factores Sustrato, Hormona y sus interacciones. La prueba utilizada para examinar las diferencias entre las medias, ha sido la de TUKEY para el nivel de significación 95 % ($P < 0,05$). (Los valores reales obtenidos se muestran en los anexos 1-13).



Figura 2. Seguimiento y evaluación de longitud de brote en la *vanilla sp.*

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES.

3.1. Porcentaje de prendimiento a los 60 días.

Como se observa en la tabla 2, las medias de la variable porcentaje de prendimiento, evaluada a los 60 días de la plantación, no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$), coincidiendo con los resultados obtenidos por Lema (2011) en una investigación realizada en procesos de enraizamiento de esquejes con tres cultivares de *Hypericum* sp, utilizando ácido naftalenacético (0,04 g/planta), en la que obtuvo un porcentaje de prendimiento de 98,15 %, a los 8 días.

Tabla 2. Comparación de medias pertenecientes a porcentaje de prendimiento a los 60 días para sustratos.

Factor A (Sustratos)	Medias
SBSTN	100 a
SBS	100 a
Sa	100 a
SaTN	100 a
TN	94,5 a

3.2. Número de plantas con brote a los 45 y 80 días.

Como se observa en el gráfico 1, las medias de la variable número de plantas con brote, evaluada a los 45 y 80 días de plantación presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$), donde los mejores resultados se obtuvieron en el sustrato arboriente alcanzando una media de 1, 77 plantas con brote a los 80 días, discrepando con los resultados obtenidos por Olivares (2010), el mismo obtuvo en un ensayo en esquejes de vainilla sin ningún tipo de tratamiento cero plantas brotadas mientras que en esquejes tratados con reguladores de crecimiento, obtuvo hasta 4 brotes por planta en 7 meses, también sostiene que "las yemas producen

crecimiento vegetativo e inflorescencias, una vez ocurrido cualquiera de los dos procesos, queda imposibilitada para desarrollar crecimiento adicional, llegándose a conocer a este tipo de yemas como "ciegas".

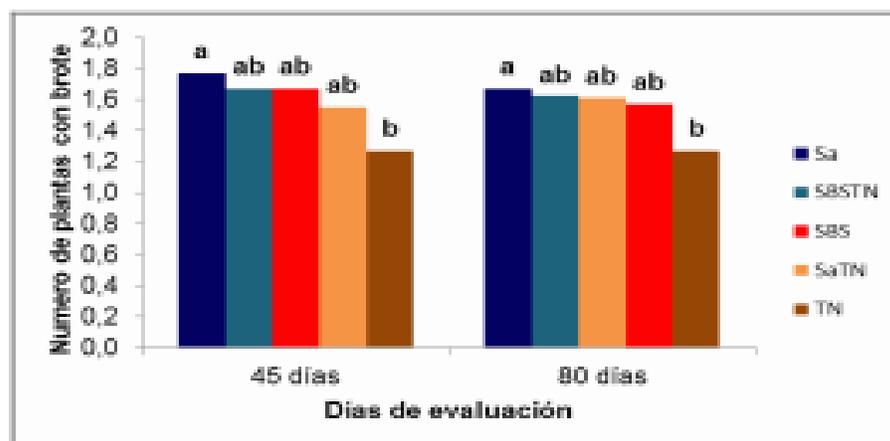


Grafico 1. Comparación de medias pertenecientes a número de plantas con brote para sustratos a los 45 y 80 días.

Nieto, (2010) sostuvo que para selección de esquejes, se deben elegir guías nuevas pero duras, cuyo tallo tenga al menos un cm de diámetro, preferentemente debe emplearse aquel que aún no ha producido flor, esto nos da una idea clara del porqué el 95 % de los esquejes utilizados en la investigación solo emitieron un solo brote pese a tener entre 3 y 4 yemas, originados sin duda alguna a que no se siguió ningún parámetro para la selección del material vegetativo silvestre.

3.3. Longitud de brote en cm a los 45, 60, 80, 100, 120 y 150 días.

Como se observa en las medias de la variable longitud de brotes (Tabla 3 y grafico 2), evaluadas a los 45, 60, 80, 100, 120 y 150 días desde la plantación, presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$), donde los mejores resultados se obtuvieron en el sustrato arboriente-turba negra (SaTN) llegando a alcanzar una media de 7,48 cm a los 150 días mientras que los resultados

más bajos se obtuvieron en el sustrato turba negra (TN) con 4,30 cm.

Tabla 3. Comparación de medias pertenecientes a longitud de brotes para sustratos a los 60, 80 y 120 días.

Factor A (Sustratos)	60 días Medias	Factor A	80 días Medias	Factor A (Sustrato)	120 días Medias
SaTN	4,34 a	SaTN	5,13 a	SaTN	6,33 a
Sa	3,55 ab	Sa	4,34 ab	Sa	6,09 a
SBS	3,28 ab	SBS	4,09 ab	SBSTN	5,66 ab
SBS+TN	3,25 ab	SBS+TN	4,06 ab	SBS	5,56 ab
TN	2,00 b	TN	2,55 b	TN	3,57 b

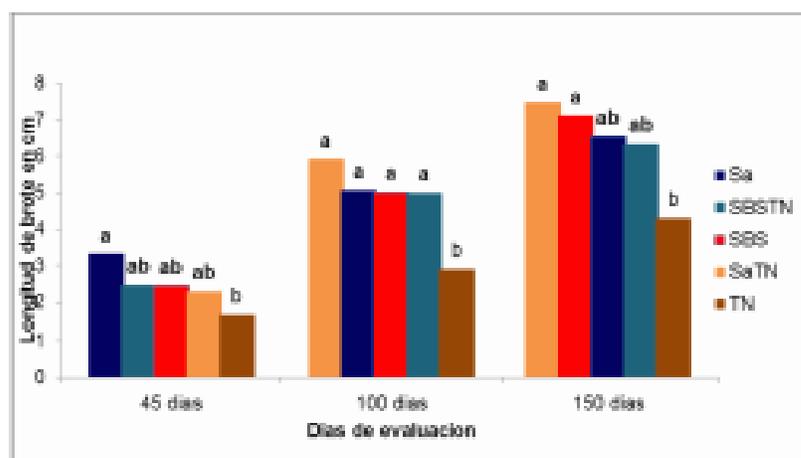


Grafico 2. Comparación de medias pertenecientes a longitud de brotes para sustratos a los 45, 100 y 150 días.

En la interacción sustrato x hormona (tabla 4), los mayores resultados se obtuvieron en la mezcla sustrato arboriente-turba negra + dosis cero de hormona con una media de 9,36 cm, Siendo inferiores a los resultados obtenidos por Olivares (2010), quien obtuvo una longitud entre 150 y 175 cm en cubierta de sarán con un 50% de luminosidad, mediante la aplicación de reguladores de crecimiento, atribuyéndose también al efecto de la temperatura y heterogeneidad del material genético seleccionado de un hábitat

silvestre. Datos similares se observaron en el vivero de producción de plántulas de vainilla en la asociación Kallary, en la Provincia de Napo (Cayapa, 2012). La diferencia significativa en longitud de brote se ve influenciada por la utilización de material vegetativo de la parte terminal, media y baja de la planta como material de propagación.

Tabla 4. Comparación de medias pertenecientes a longitud de brotes para sustratos en interacción de Factores sustrato x hormona a los 120 y 150 días.

Factor A (Sustratos)	Factor B (Hormona)	120 días Medias	Factor A (Sustratos)	Factor B (Hormona)	150 días Medias
SaTN	H0	7,93 a	SaTN	H0	9,36 a
Sa	H0	6,66 ab	SBS	H0	7,49 ab
SBS	H1	6,5 ab	Sa	H0	7,35 ab
SBSTN	H1	5,68 ab	SBS	H1	6,72 ab
SBSTN	H0	5,63 ab	SBSTN	H1	6,37 ab
Sa	H1	5,52 ab	SBSTN	H0	6,30 ab
SaTN	H1	4,72 ab	Sa	H1	5,71 ab
SBS	H0	4,63 ab	SaTN	H1	5,6 ab
TN	H1	4,37 ab	TN	H1	5,44 ab
TN	H0	2,78 b	TN	H0	3,17 b

3.4. Diámetro de brote en cm a los 80, 100, 120 y 150 días.

Como se observa en la tabla 5, las medias de la variable diámetro de brote en cm para Sustrato a los 80, 100, 120 y 150 días no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$). En investigaciones similares realizadas por Olivares (2010), logró obtener una media de 0,89 cm de diámetro, en un periodo de 7 meses resultados que se asemejan a los obtenidos en esta investigación.

Tabla 5. Comparación de medias pertenecientes a diámetro de brotes a los 80, 100, 120 y 150 días.

Factor A (Sustratos)	80 días Medias	100 días Medias	120 días Medias	150 días Medias
Sa	1,29 a	1,3 a	1,31 a	1,32 a
SBSTN	1,27 a	1,28 a	1,30 a	1,30 a
SBS	1,26 a	1,28 a	1,28 a	1,29 a
SaTN	1,26 a	1,28 a	1,28 a	1,29 a
TN	1,16 a	1,21 a	1,2 a	1,24 a

3.5. Número de hojas por planta a los 60, 80, 100, 120 y 150 días.

Como se observa en la tabla 6 y grafico 3, las medias de la variable número de hojas por planta, presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) únicamente los 100 días, obteniéndose mejores resultados en el sustrato arboriente-Turba Negra (SaTN), con una media de 2,85, el número de hojas por planta, está íntimamente ligada al crecimiento del tallo, conforme este se va desarrollando van surgiendo nuevas hojas, las mismas que fisiológicamente cumplen funciones importantes en la planta. Los resultados obtenidos en esta investigación, difieren con los de Olivares (2010), el mismo obtuvo una media de hasta 27,2 hojas en un periodo de 6 meses, con la diferencia en que estas plantas tenían más de un brote.

Tabla 6. Comparación de medias para número de hojas por planta a los 60, 80 y 150 días en sustratos.

Factor A (Sustratos)	60 días Medias	80 días Medias	120 días Medias	150 días Medias
SaTN	2,21 a	2,58 a	2,95 a	3,20 a
SBSTN	2,20 a	2,48 a	2,87 a	3,19 a
Sa	2,08 a	2,4 a	2,82 a	3,12 a
SBS	2,05 a	2,29 a	2,76 a	3,06 a
TN	1,45 a	1,68 a	2,27 a	2,47 a

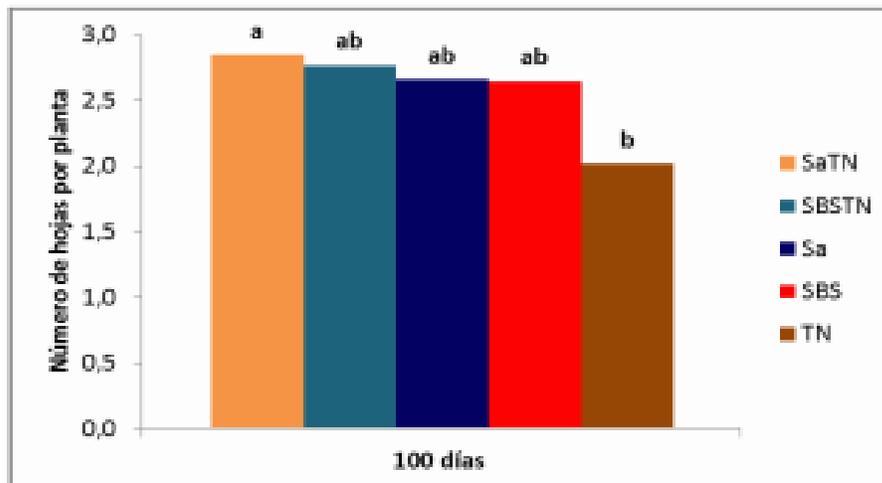


Grafico 3. Comparación de medias para número de hojas por planta a los 100 días en sustratos.

3.6. Longitud y ancho de hojas en cm a los 80, 100, 120 y 150 días.

Como se observa en la tabla 7 y grafico 4, las medias de la variable longitud de hojas en cm, presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$), únicamente a los 100 días obteniéndose mejores resultados en el sustrato arboriente (Sa), con una media de 2,79 cm, mientras que en las medias pertenecientes a la variable ancho de hojas en cm (Tabla 10), no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

El área foliar en las plantas, ejercen una fuerte influencia en la productividad de un cultivo, (Prive *et. al.*, 1994 citado por Olivares, 2010). Sin embargo, según León y Luelmo (1987), a edad adulta las hojas pueden alcanzar desde, 15 a 18 cm de longitud y 5 a 7 cm de ancho, diferenciándose fenotípicamente para cada especie.

Tabla 7. Comparación de medias pertenecientes a longitud de hojas para sustratos a los 80, 120 y 150 días.

Factor A (Sustratos)	80 días Medias	120 días Medias	150 días Medias
Sa	2,73 a	2,9 a	2,8 a
SBSTN	2,59 a	2,78 a	2,8 a
SBS	2,42 a	2,71 a	2,8 a
SaTN	2,32 a	2,63 a	2,7 a
TN	1,74 a	2,31 a	2,5 a

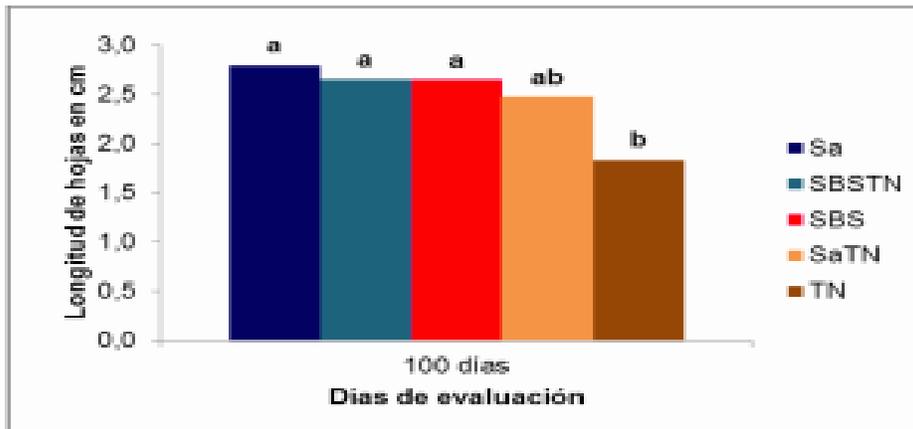


Grafico 4. Comparación de medias pertenecientes a longitud de hojas para sustratos a los 100 días.

Tabla 8. Comparación de medias pertenecientes ancho de hoja para sustratos a los 80, 100, 120 y 150 días.

Factor A (Sustratos)	80 días Medias	100 días Medias	120 días Medias	150 días Medias
Sa	1,97 a	2,00 a	2,05 a	2,01 a
SBSTN	1,88 a	1,98 a	1,99 a	2,00a
SBS	1,79 a	1,92 a	1,93 a	1,96 a
SaTN	1,77 a	1,84 a	1,91 a	1,9 a
TN	1,41 a	1,55 a	1,81 a	1,77 a

3.7. Longitud y diámetro de raíz a los 150 días

En el grafico 5, las medias de la variable longitud de raíz en cm, para sustrato presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$). Los mejores resultados se obtuvieron en los sustratos

mezcla sustrato de bosque secundario + turba negra (SBSTN) con una media de 24,57 cm, seguidos de los sustratos SBS con 23,33 cm, SaTN con 23,23, Sa con 22,58 y en último lugar el sustrato TN con 16,32 cm.

En el gráfico 6, las medias de la variable longitud de raíz en cm para hormonas presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$), obteniéndose mejor resultado en H1 (dosis alta de Hormona) con una media de 22,89 cm.

En la tabla 9, las medias de la variable longitud de raíz en cm pertenecientes a la interacción entre factores Sustrato x Hormona (A x B), presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$), obteniéndose los mejores resultados entre Sustrato arboriente x hormona 1 (Sa x H1) con una media de 26,80 cm.

En el gráfico 7, las medias de la variable diámetro de raíz en cm, para sustratos presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$), obteniéndose un mejor diámetro en el sustrato Turba Negra con una media de 0,42 cm.

En el gráfico 8, las medias de la variable diámetro de raíz en cm para hormonas, presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$), obteniéndose un mayor diámetro con H1 ($0,10 \text{ g/cm}^3$) con una media de 0,39 cm.

En la tabla 10, las medias de la variable diámetro de raíz en cm para la interacción factor Sustrato x Hormona (A x B), presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$), obteniéndose mayor diámetro entre TN x H0 (Turba Negra x Dosis cero de Hormona) con una media de 0,50 cm.

En estas dos variables, se puede apreciar una clara influencia del ácido naftalenacético (ANA), esto confirma los resultados obtenidos por Lema (2011) quien en una investigación realizada en procesos de enraizamiento de esquejes de tres cultivares de *Hypericum* sp, utilizando diferentes tipos de hormona de enraizamiento entre ellas

el ANA obtuvo una longitud de raíz 4,38 cm a los 61 días, siendo este el mejor resultado, corroborando lo referido por Arévalo (2004 citado por Lema 2011) quien manifiesta que, los reguladores de crecimiento que componen hormonagro, contiene una hormona vegetal específica, que actúa en forma más específica que otros homólogos como IBA (ácido Indol butírico), IAA (ácido Indol acético) en el proceso de enraizamiento.

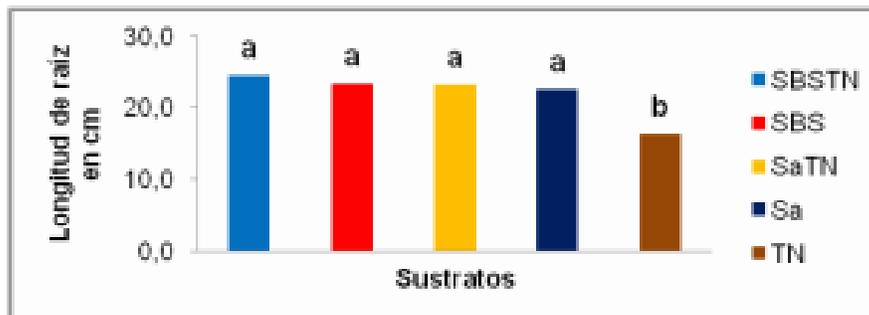


Grafico 5. Comparación de medias pertenecientes a longitud de raíz para sustratos a los 150 días.

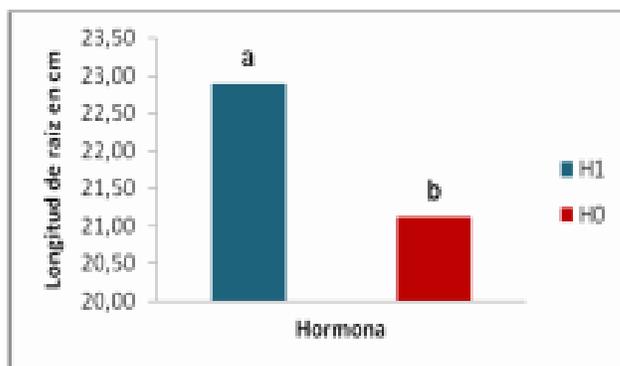


Gráfico 6. Comparación de medias pertenecientes a longitud de raíz para hormonas a los 150 días.

Tabla 9. Comparación de medias en longitud de raíz para la Interacción Sustrato x Hormona a los 150 días.

Factor A (Sustratos)	Factor B (Hormona)	Medias (cm)
Sa	H1	26,80 a
SBSTN	H0	25,17 a
SaTN	H1	24,20 a
SBS	H1	24,03 a
SBSTN	H1	23,97 a
SBS	H0	22,63 ab
SaTN	H0	22,27 ab
Sa	H0	18,37 bc
TN	H0	17,17 c
TN	H1	15,47 c

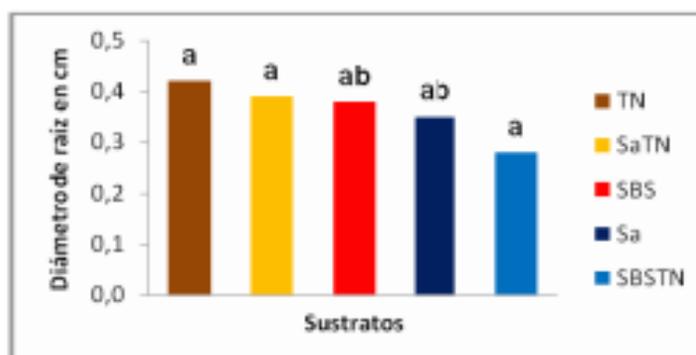


Grafico 7. Comparación de medias pertenecientes a diámetro de raíz para sustratos a los 150 días

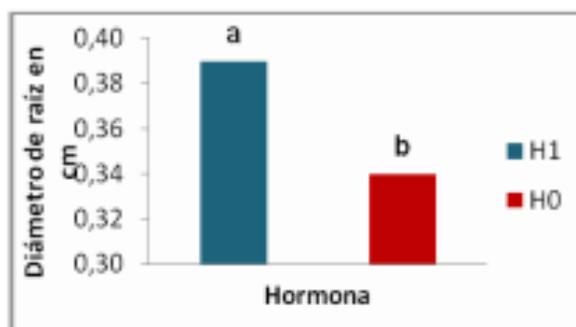


Gráfico 8. Comparación de medias para diámetro de raíz para hormonas a los 150 días

Tabla 10. Comparación de medias en diámetro de raíz pertenecientes a la interacción Sustrato x Hormona.

Factor A (Sustratos)	Factor B (Hormona)	Medias (cm)
TN	H0	0,50 a
SBS	H1	0,44 ab
Sa	H1	0,42 ab
SaTN	H1	0,42 ab
SaTN	H0	0,36 abc
TN	H1	0,34 abc
SBSTN	H1	0,32 bc
SBS	H0	0,32 bc
Sa	H0	0,28 bc
SBSTN	H0	0,24 c

3.8. Vigor de la Planta a los 150 días

En las tablas 11 y 12, las medias de la variable vigor de la planta para sustratos y para la interacción sustratos x hormona a los 150 días, presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$). El vigor de la planta está influenciado por el material utilizado como semilla, observando claramente que, el esqueje terminal y medio es el apropiado para la emisión rápida del brote y el apareamiento de hojas que influyen en la capacidad fotosintética del crecimiento en vigor de planta, favoreciendo las condiciones de calidad de sustratos y entornos climáticos.

Tabla 11. Comparación de medias pertenecientes al vigor de la planta para sustratos a los 150 días.

Factor A (Sustrato)	Medias
SBSTN	3,33 a
SaTN	3,33 a
Sa	3,33 a
SBS	3,17 a
TN	2,17 b

Tabla 12. Comparación de medias al vigor de la planta para la interacción sustratos x hormona a los 150 días.

Factor A (Sustrato)	Factor B (Hormona)	Medias
SaTN	H0	3,67 a
SBSTN	H1	3,33 a
SBSTN	H0	3,33 a
SBS	H1	3,33 a
Sa	H1	3,33 a
Sa	H0	3,33 a
SaTN	H1	3,00 ab
SBS	H0	3,00 ab
TN	H1	2,67 ab
TN	H0	1,67 b

Después de haber analizado los datos obtenidos durante el periodo comprendido entre marzo y septiembre de 2012, podemos aceptar que en algunas de las variables experimentales dependientes vinculadas a las características fenológicas de la planta: porcentaje de prendimiento, número de plantas con brote, longitud de brote en cm, número de hojas, longitud y ancho de hoja en cm, longitud y diámetro de raíces en cm, vigor de planta a los 150 días, existieron diferencias estadísticamente significativas, concordando con los resultados establecidos por Olivares (2010) y con resultados obtenidos en investigación similar realizada por Lema (2011).

3.9. Costo de producción de plantas de vainilla

Según el análisis del costo de producción de plantas de vainilla en cada tratamiento, los costos más altos de producción son en la utilización de Turba negra, mientras que los más bajos se produjeron en la utilización de sustrato de bosque secundario y arboriente, Anexos 12 y 13.

CONCLUSIONES

- Se demostró que los cinco sustratos utilizados y el ácido Naftalenacético tuvieron influencia en los resultados obtenidos en el método de propagación empleado.
- Se demostró que el Sa y SBS son los más adecuadas para procesos de enraizamiento.
- El Sa y la mezcla SaTN obtuvieron los mejores resultados en longitud de brote.
- El sustrato Turba Negra fue el de menor longitud de brote.
- El Sa y la mezcla SBSTN obtuvieron los mejores resultados en número y longitud de hojas.
- Se determinó que la Hormona ANA influyó solamente en la longitud y diámetro de raíz.
- No existe una diferencia entre los costos totales de la producción de plantas de vainilla.
- Los costos más bajos en producción de plantas de vainilla para tratamientos con ANA (H1) y sin ANA (H0), se dieron en los sustratos SBS y Sa con un valor de \$ 1,72/pl y \$ 1,61/pl.
- Los costos más altos en producción de plantas de vainilla para tratamientos con ANA (H1) y sin ANA (H0), se dieron en el sustrato TN con un valor de \$ 25,61/pl y \$ 25,5/pl.

RECOMENDACIONES

- Para realizar plantaciones de vainilla se debe utilizar material vegetativo de la parte terminal o media del tallo con tres yemas y un diámetro aproximado de un centímetro.
- Utilizar para enraizamiento el sustrato de corteza descompuesta de residuos provenientes de madera del proceso de fabricación de contrachapados de arboriente s.a.
- Utilizar para propagación de esquejes de vainilla los sustratos Sa y SBS por los resultados obtenidos y su bajo costo.
- Realizar investigaciones con diferentes concentraciones de hormona ácido aftalenacético (ANA).
- Caracterización e identificación de especies de vainilla de la región amazónica y del país para el estudio de sus características agronómicas.
- Establecer el cultivo vainilla en sistemas agroforestales por su valor medicinal, gastronómico y económico en el mercado internacional.

6. BIBLIOGRAFÍA.

1. Alatorre, C. F. (2002). Estudio morfo génico e histológico del híbrido *Vanilla planifolia* *Vanilla pompona* Schiede obtenido in vitro. Tesis. Bach. Agr. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 86 p.
2. Anlew, L. (1974). Posibilidades del cultivo de la vainilla en Guatemala. Ciudad, Guatemala. 215 p.
3. Baltazar Nieto, P. (2010). Caracteres morfológicos de vainilla utilizados por el agricultor en la selección de material reproductivo en cuatro municipios del Tononacapán-México. Postgrado de Estrategia para el Desarrollo Agrícola Regional. Puebla. Documento recuperado el 5 de Noviembre de 2011 en: http://www.biblio.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/72/1/Baltazar_Nieto_P_MC_EDAR_2010.pdf
4. Benúmen, H. (1945). Plagas y Enfermedades de la Vainilla. Ponencia presentada en la 1ª. Convención Nacional de Vainilleros, celebrada en Gutiérrez Zamora y publicada en las memorias de la misma.
5. Calderón, A. s/f. Sustratos agrícolas. Proyecto Fondef D011063 – Facultad de Ciencias Agronómicas –U. de Chile Documento recuperado el 15 de febrero de 2012 en: <http://sustratosagricolas.galeon.com/>
6. Cayapa, (2012). técnico Asociación Kallary. Tena Napo. Información proporcionada en entrevista personal.
7. Calzada, J. (1970) Métodos estadísticos para la Investigación. Tercera edición. Lima, Perú. 643 pág.
8. Castillo, R. & Engleman, E. (1993). Caracterización de dos tipos de *Vanilla planifolia*. Acta Botánica Mexicana. 25:49-59.
9. Cordero, F. (1986). El cultivo de la vainilla. Guía agropecuaria. (Costa Rica). 4(8):49-54

10. Curti, E. (1989). Manual para el cultivo de vainilla en la región de Papantla, Veracruz, México,
11. Curti, E. (1995). Cultivo y beneficio de la vainilla en México. Organización Nacional de Vainilleros Indígenas. Papantla, Veracruz. México.
12. Elorza, P. & López, M. (2007). Efecto del tipo de tutor sobre el contenido de vainillina y clorofila en vainas de vainilla (*Vanillaplanifolia* Andrews) en Tuxpan, Veracruz, México. Revista Científica UDO Agrícola. 7-1: 228-236
13. Felipe, A. (1999). Propagación de Porta injertos por estacas. Revista Frutícola. COPEFRUT S.A. 20 (2): 72-75p.
14. Guerra A. F. (1992). Caracterización morfológica de 10 introducciones de vainilla (*Vanillasp.*). Tesis. Bach. Agr. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Santa Clara, Costa Rica. 38 p.
15. Hashimoto, P. (2010). Efecto del tipo sustrato de cultivo, la fertilización y el agua de riego en la composición mineral y el desarrollo de *Petunia x hybrida* Vilm. Memoria presentada para optar por el título de Doctor Ingeniero Agrónomo. Buenos Aires, Argentina.
16. Heid, P. (2000). Agricultura orgánica en el Trópico y subtrópico.
17. Hernández, J. (2009). El cultivo. La vainilla. Agro entorno. Documento recuperado el 5 de febrero de 2012 en <http://www.funprover.org/agroentorno/septiembre/vainilla.pdf>
18. Holdridge, L. (1982). Ecología basada en zonas de vida. Traducido por Humberto Jiménez. San José. IICA. p. 9-44
19. Jiménez, F. (1990). Evaluación de características morfológicas en desarrollo vegetativo de 10 introducciones de vainilla (*Vanillasp.*). Alajuela, Costa Rica. P. 1-53.

20. Lema, L. (2011). Evaluación de la eficacia de seis enraizadores en la propagación de seis cultivares de *Hypericum* (*Hypericum* sp). Tesis presentada para obtener el Título de Ingeniero Agropecuario. Riobamba, Ecuador
21. León, J. (1987). Botánica de los cultivos tropicales. Editorial ICA. San José, Costa Rica. 127 p
22. Luelmo, J. (1987). Proyecto piloto para la introducción del cultivo de la vainilla en la zona norte. MIDEPLAN. San José, Costa Rica. 127 p.
23. Manual de producción de vainilla en el estado de Veracruz, (1992). Folleto para productores No. 3, Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
24. Noboa, V. (2010). Efecto de seis tipos de sustratos y tres dosis de ácido Naftalenacético en la propagación vegetativa de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth). Tesis para la obtención de Ingeniero Forestal. Robamba, Ecuador
25. Olivares, H. (2010). Sombra artificial y aplicación de Thidiazurón en el crecimiento y fisiología de la vainilla (*Vanilla planifolia* Andrews). Tesis para la obtención del grado Maestro en Ciencias. Montecillo, Texcoco, Edo. de México.
26. Paniagua, A. y García, J. (2009). Curso: Vainilla orgánica en sistemas agroforestales. Instituto de Investigaciones y Servicios Forestales, INISEFOR, UNA.
27. Parra, Q. (1984). La vainilla. Folleto técnico informativo. N° 1. INIFAP. Campo Agrícola Experimental Auxiliar de Papantla. México.
28. Pérez, Juan. (s/f). Manual del Cultivo de la Vainilla. Documento Recuperado el 04 de Octubre de 2011 en <http://www.concitver.com/archivosenpdf/MANUAL%20TECNICO%20DE%20LA%20VAINILLA.pdf>.

29. Pérez, Silva. et al. (2007). Producción, beneficio y perfil aromático de la Vainilla de la región de Tuxtepec. *Agroproduce*. 19-2:19-25.
30. Ramos, L. et al., s/f. Propagación vegetativa de *Chlorophoratinctoria* (L) Gaudcon con el uso de las hormonas estimuladora del enraizamiento ANA y AIB.
31. Ramírez, C. B. Rapidel y Matey, J (1999). Principales limitaciones agronómicas en la producción de vainilla en la zona de Quepos, Costa Rica.
32. Reyes, C. (1987). Bioestadística aplicada. Biología y Química.
33. Soto, A. (2006). La vainilla reto y perspectivas para su cultivo. *CONABIO: Biodiversitas*. 66:1-9. Documento recuperado el 23 de septiembre de 2011 en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv66art1.pdf>.
34. Tercera Convención Nacional de Vainilleros. (1991). Compendio de Documentos. Papantla, Veracruz. México.
35. Westwood, M. (1982). Fruticultura de zonas templadas. Mundi-Prensa. Madrid. España. 461p.
36. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. (2009). Países productores de Vainilla. Información recuperada el 10 de diciembre de 2011.
37. <http://es.wikipedia.org/wiki/Turba>
38. http://es.wikipedia.org/wiki/Turba_rubia
39. <http://sustratosagricolas.galeon.com/>. Turba negra Húmica. Información técnica. Análisis realizados por la Universidad Iberoamericana de Ciencias Y Tecnología (departamento de Ciencias Químicas). Santiago, Chile. Artículo recuperado el 14 de febrero de 2012.

40. http://www.inec.gob.ec/estadisticas/index.php?option=com_remository&Itemid=&func=startdown&id=70&lang=es&TB_iframe=true&height=250&width=800 III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO INEC-MAG-SICA. 2000. Información recuperada 3 de Septiembre de 2011.
41. http://www.inec.gob.ec/estadisticas/index.php?option=com_remository&Itemid=&func=startdown&id=1529&lang=es&TB_iframe=true&height=250&width=800. Datos Estadísticos Agropecuarios. Resumen Ejecutivo. Sistema Agropecuario Estadístico Nacional (SEAN). 2011. Información recuperada 8 de octubre de 2012.

Anexo 1. Porcentaje promedio de prendimiento a los 60 días

Trat.	Factor A (Sustratos)	Factor B (Dosis de Hormona)	Repetición	% prendimiento 60 días
T1	SBS	H0	1	100
T1	SBS	H0	2	100
T1	SBS	H0	3	100
T2	SBS	H1	1	100
T2	SBS	H1	2	100
T2	SBS	H1	3	100
T3	Sa	H0	1	100
T3	Sa	H0	2	100
T3	Sa	H0	3	100
T4	Sa	H1	1	100
T4	Sa	H1	2	100
T4	Sa	H1	3	100
T5	TN	H0	1	100
T5	TN	H0	2	67
T5	TN	H0	3	100
T6	TN	H1	1	100
T6	TN	H1	2	100
T6	TN	H1	3	100
T7	SBSTN	H0	1	100
T7	SBSTN	H0	2	100
T7	SBSTN	H0	3	100
T8	SBSTN	H1	1	100
T8	SBSTN	H1	2	100
T8	SBSTN	H1	3	100
T9	SaTN	H0	1	100
T9	SaTN	H0	2	100
T9	SaTN	H0	3	100
T10	SaTN	H1	1	100
T10	SaTN	H1	2	100
T10	SaTN	H1	3	100

Anexo 2. Número de plantas con brotes a los 45 y 80 días

Tratamientos	Factor A (Sustratos)	Factor B (Dosis de Hormona)	Repetición	# plantas con brote 45 días	# plantas con brote 80 días
T1	SBS	H0	1	3	2
T1	SBS	H0	2	2	1
T1	SBS	H0	3	1	1
T2	SBS	H1	1	2	2
T2	SBS	H1	2	2	2
T2	SBS	H1	3	1	1
T3	Sa	H0	1	2	2
T3	Sa	H0	2	2	2
T3	Sa	H0	3	3	3
T4	Sa	H1	1	2	1
T4	Sa	H1	2	2	2
T4	Sa	H1	3	2	1
T5	TN	H0	1	1	1
T5	TN	H0	2	0	0
T5	TN	H0	3	1	1
T6	TN	H1	1	1	1
T6	TN	H1	2	0	0
T6	TN	H1	3	1	1
T7	SBSTN	H0	1	2	2
T7	SBSTN	H0	2	1	1
T7	SBSTN	H0	3	2	2
T8	SBSTN	H1	1	2	2
T8	SBSTN	H1	2	3	2
T8	SBSTN	H1	3	1	1
T9	SaTN	H0	1	3	3
T9	SaTN	H0	2	2	2
T9	SaTN	H0	3	1	1
T10	SaTN	H1	1	0	1
T10	SaTN	H1	2	2	2
T10	SaTN	H1	3	1	1

Anexo 3. Longitud promedio de brote en cm a los 45 y 60 días

Tratamientos	Factor A (Sustratos)	Factor B (Dosis de Hormona)	Repetición	Longitud de brote 45 días	Longitud de brote 60 días
T1	SBS	H0	1	3,97	12,75
T1	SBS	H0	2	4,80	9,00
T1	SBS	H0	3	0,10	0,30
T2	SBS	H1	1	10,35	22,85
T2	SBS	H1	2	2,25	5,30
T2	SBS	H1	3	7,40	16,00
T3	Sa	H0	1	4,95	10,25
T3	Sa	H0	2	5,75	13,70
T3	Sa	H0	3	8,47	17,00
T4	Sa	H1	1	12,45	24,50
T4	Sa	H1	2	1,25	4,60
T4	Sa	H1	3	1,40	5,00
T5	TN	H0	1	8,00	9,00
T5	TN	H0	2	0,00	0,00
T5	TN	H0	3	0,90	1,10
T6	TN	H1	1	0,40	1,55
T6	TN	H1	2	0,00	0,00
T6	TN	H1	3	4,10	13,50
T7	SBSTN	H0	1	6,35	12,50
T7	SBSTN	H0	2	1,10	2,30
T7	SBSTN	H0	3	5,80	9,50
T8	SBSTN	H1	1	9,45	18,70
T8	SBSTN	H1	2	1,63	4,13
T8	SBSTN	H1	3	8,30	17,00
T9	SaTN	H0	1	8,87	12,83
T9	SaTN	H0	2	9,50	20,00
T9	SaTN	H0	3	7,50	18,00
T10	SaTN	H1	1	24,00	32,50
T10	SaTN	H1	2	3,20	4,15
T10	SaTN	H1	3	11,50	27,00

Anexo 4. Longitud promedio de brote en cm a los 80, 100, 120 y 150 días

Trat.	Factor A (Sustratos)	Factor B (Dosis de Hormona)	Repetición	Longitud de brote 80 días	Longitud de brote 100 días	Longitud de brote 120 días	Longitud de brote 150 días
T1	SBS	H0	1	17,55	22,50	26,50	40,60
T1	SBS	H0	2	11,53	24,75	34,60	58,47
T1	SBS	H0	3	1,80	8,20	6,15	68,20
T2	SBS	H1	1	41,10	56,40	67,25	64,55
T2	SBS	H1	2	10,63	11,43	34,55	34,10
T2	SBS	H1	3	25,50	35,20	26,80	36,70
T3	Sa	H0	1	13,17	17,23	27,75	34,10
T3	Sa	H0	2	24,30	36,95	56,20	66,80
T3	Sa	H0	3	29,33	40,20	48,97	61,57
T4	Sa	H1	1	24,30	28,37	50,45	64,55
T4	Sa	H1	2	7,90	13,25	16,80	24,10
T4	Sa	H1	3	13,00	18,20	25,60	15,20
T5	TN	H0	1	12,00	14,00	16,00	19,10
T5	TN	H0	2	0,00	0,00	0,00	0,00
T5	TN	H0	3	1,55	5,10	9,40	15,20
T6	TN	H1	1	4,25	7,07	11,43	17,27
T6	TN	H1	2	0,80	3,70	10,90	20,00
T6	TN	H1	3	29,00	23,80	36,45	54,65
T7	SBSTN	H0	1	16,53	25,55	37,50	57,70
T7	SBSTN	H0	2	3,60	16,60	19,00	19,50
T7	SBSTN	H0	3	27,85	30,73	37,83	43,97
T8	SBSTN	H1	1	19,73	29,73	36,60	47,77
T8	SBSTN	H1	2	8,10	13,00	21,60	29,40
T8	SBSTN	H1	3	24,70	31,60	37,00	43,00
T9	SaTN	H0	1	19,70	31,10	40,20	49,80
T9	SaTN	H0	2	34,95	29,83	59,35	87,90
T9	SaTN	H0	3	37,00	61,40	91,10	131,50
T10	SaTN	H1	1	24,05	31,75	37,75	43,35
T10	SaTN	H1	2	9,00	11,00	6,50	16,30
T10	SaTN	H1	3	34,00	51,60	26,00	34,70

Anexo 5. Diámetro promedio de brote en cm a los 80, 100, 120 y 150 días

Trat.	Factor A (Sustratos)	Factor B (Dosis de Hormona)	Repetición	Diámetro de brote 80 días	Diámetro de brote 100 días	Diámetro de brote 120 días	Diámetro de brote 150 días
T1	SBS	H0	1	0,53	0,62	0,58	0,66
T1	SBS	H0	2	0,61	0,54	0,67	0,64
T1	SBS	H0	3	0,41	0,50	0,51	0,52
T2	SBS	H1	1	0,83	0,78	0,79	0,80
T2	SBS	H1	2	0,51	0,65	0,57	0,63
T2	SBS	H1	3	0,78	0,85	0,75	0,80
T3	Sa	H0	1	0,59	0,65	0,54	0,57
T3	Sa	H0	2	0,64	0,76	0,81	0,83
T3	Sa	H0	3	0,67	0,65	0,73	0,74
T4	Sa	H1	1	0,91	0,65	0,82	0,83
T4	Sa	H1	2	0,62	0,61	0,61	0,63
T4	Sa	H1	3	0,54	0,56	0,57	0,61
T5	TN	H0	1	0,62	0,63	0,65	0,69
T5	TN	H0	2	0,00	0,00	0,00	0,00
T5	TN	H0	3	0,39	0,45	0,49	0,52
T6	TN	H1	1	0,41	0,62	0,61	0,62
T6	TN	H1	2	0,00	0,40	0,28	0,63
T6	TN	H1	3	0,71	0,80	0,74	0,78
T7	SBSTN	H0	1	0,57	0,68	0,72	0,74
T7	SBSTN	H0	2	0,48	0,52	0,54	0,60
T7	SBSTN	H0	3	0,79	0,72	0,75	0,78
T8	SBSTN	H1	1	0,67	0,73	0,62	0,69
T8	SBSTN	H1	2	0,54	0,58	0,63	0,67
T8	SBSTN	H1	3	0,54	0,58	0,59	0,60
T9	SaTN	H0	1	0,60	0,67	0,70	0,72
T9	SaTN	H0	2	0,67	0,72	0,79	0,80
T9	SaTN	H0	3	0,91	0,92	0,93	0,90
T10	SaTN	H1	1	0,33	0,52	0,65	0,66
T10	SaTN	H1	2	0,45	0,62	0,63	0,66
T10	SaTN	H1	3	0,67	0,71	0,57	0,71

Anexo 6. Número promedio de hojas por planta a los 60, 80, 100, 120 y 150 días

Trat.	Factor A (Sustratos)	Factor B (Dosis de Hormona)	Repetición	# de hojas 60 días	# de hojas 80 días	# de hojas 100 días	# de hojas 120 días	# de hojas 150 días
T1	SBS	H0	1	3,50	5,00	7,00	6,00	7,33
T1	SBS	H0	2	5,00	7,00	6,50	7,50	10,00
T1	SBS	H0	3	0,00	0,00	3,00	5,00	6,00
T2	SBS	H1	1	4,50	6,50	8,50	10,00	12,50
T2	SBS	H1	2	3,50	3,33	5,00	6,00	8,00
T2	SBS	H1	3	4,00	6,00	7,00	5,50	7,00
T3	Sa	H0	1	4,00	5,00	4,50	6,00	7,00
T3	Sa	H0	2	4,00	5,50	7,00	8,00	10,00
T3	Sa	H0	3	5,00	6,33	7,67	9,67	12,67
T4	Sa	H1	1	3,50	5,00	6,50	8,50	11,00
T4	Sa	H1	2	2,00	3,00	5,00	5,50	7,00
T4	Sa	H1	3	2,00	4,00	6,00	4,50	5,67
T5	TN	H0	1	4,00	5,00	6,00	7,00	7,00
T5	TN	H0	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T5	TN	H0	3	0,00	0,00	3,00	5,00	5,00
T6	TN	H1	1	0,00	3,00	2,67	4,00	5,67
T6	TN	H1	2	0,00	0,00	1,00	4,00	6,00
T6	TN	H1	3	5,00	6,00	9,00	7,00	10,00
T7	SBSTN	H0	1	3,50	4,50	6,00	7,00	10,00
T7	SBSTN	H0	2	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00
T7	SBSTN	H0	3	5,00	6,00	6,67	6,67	8,67
T8	SBSTN	H1	1	4,00	5,00	8,00	6,33	8,33
T8	SBSTN	H1	2	2,00	3,50	5,50	6,50	8,50
T8	SBSTN	H1	3	5,00	7,00	8,00	10,00	12,00
T9	SaTN	H0	1	2,67	3,67	6,33	7,00	7,67
T9	SaTN	H0	2	4,50	5,50	7,00	10,00	12,50
T9	SaTN	H0	3	5,00	6,00	9,00	11,00	15,00
T10	SaTN	H1	1	5,00	8,00	6,50	7,50	9,00
T10	SaTN	H1	2	1,50	3,50	4,50	5,00	5,00
T10	SaTN	H1	3	5,00	8,00	10,00	6,33	7,67

Anexo 7. Longitud promedio de hoja en cm a los 80, 100, 120 y 150 días.

Trat.	Factor A (Sustratos)	Factor B (Dosis de Hormona)	Repetición	Longitud de hoja 80 días	Longitud de hoja 100 días	Longitud de hoja 120 días	Longitud de hoja 150 días
T1	SBS	H0	1	5,75	7,50	7,60	4,50
T1	SBS	H0	2	5,60	3,95	7,05	5,70
T1	SBS	H0	3	0,00	1,90	3,00	6,50
T2	SBS	H1	1	7,80	6,85	6,95	6,95
T2	SBS	H1	2	5,15	4,20	7,50	8,23
T2	SBS	H1	3	7,40	7,40	4,25	6,60
T3	Sa	H0	1	4,50	5,90	4,55	6,25
T3	Sa	H0	2	5,30	6,40	6,75	6,25
T3	Sa	H0	3	7,33	7,47	7,40	6,57
T4	Sa	H1	1	4,40	6,50	6,50	6,65
T4	Sa	H1	2	6,00	7,20	8,05	10,05
T4	Sa	H1	3	7,00	7,20	7,30	6,33
T5	TN	H0	1	5,00	5,50	8,00	8,10
T5	TN	H0	2	0,00	0,00	0,00	0,00
T5	TN	H0	3	0,00	1,50	2,50	3,10
T6	TN	H1	1	2,50	4,45	9,33	9,77
T6	TN	H1	2	0,00	0,00	6,10	7,60
T6	TN	H1	3	8,60	5,40	3,50	6,20
T7	SBSTN	H0	1	5,00	4,30	6,75	6,80
T7	SBSTN	H0	2	0,00	7,60	7,40	7,50
T7	SBSTN	H0	3	6,60	6,73	7,47	7,67
T8	SBSTN	H1	1	5,25	6,75	5,40	7,57
T8	SBSTN	H1	2	5,60	4,80	5,15	5,65
T8	SBSTN	H1	3	6,00	6,00	6,10	6,20
T9	SaTN	H0	1	6,70	6,20	8,33	8,37
T9	SaTN	H0	2	5,35	5,35	5,35	6,45
T9	SaTN	H0	3	10,00	10,30	10,40	10,40
T10	SaTN	H1	1	6,50	4,10	5,25	5,65
T10	SaTN	H1	2	3,50	3,50	7,80	5,25
T10	SaTN	H1	3	7,60	7,60	7,70	5,20

Anexo B. Ancho promedio de hojas en cm a los 80, 100, 120 y 150 días

Trat.	Factor A (Sustratos)	Factor B (Dosis de Hormona)	Repetición	Ancho de hoja 80 días	Ancho de hoja 100 días	Ancho de hoja 120 días	Ancho de hoja 150 días
T1	SBS	H0	1	2,20	2,70	2,70	2,17
T1	SBS	H0	2	3,70	2,75	3,25	2,80
T1	SBS	H0	3	0,00	2,10	2,50	2,60
T2	SBS	H1	1	2,90	3,05	3,10	3,15
T2	SBS	H1	2	2,30	2,45	2,47	2,50
T2	SBS	H1	3	3,00	1,50	2,00	2,55
T3	Sa	H0	1	2,70	2,70	2,35	2,60
T3	Sa	H0	2	2,25	2,75	2,70	2,90
T3	Sa	H0	3	2,80	2,83	2,83	2,83
T4	Sa	H1	1	1,80	2,85	3,00	3,10
T4	Sa	H1	2	3,00	3,40	3,50	3,60
T4	Sa	H1	3	2,80	3,10	2,05	3,13
T5	TN	H0	1	3,30	3,30	3,30	3,40
T5	TN	H0	2	0,00	0,00	0,00	0,00
T5	TN	H0	3	0,00	1,00	1,20	0,90
T6	TN	H1	1	1,00	2,25	2,87	3,37
T6	TN	H1	2	0,00	0,00	2,80	3,60
T6	TN	H1	3	3,00	3,00	2,10	2,70
T7	SBSTN	H0	1	3,00	3,00	3,15	3,00
T7	SBSTN	H0	2	0,00	3,10	3,00	3,00
T7	SBSTN	H0	3	2,75	3,10	3,40	3,40
T8	SBSTN	H1	1	2,85	2,95	2,37	2,87
T8	SBSTN	H1	2	2,40	3,15	3,20	3,25
T8	SBSTN	H1	3	2,60	2,60	2,60	2,70
T9	SaTN	H0	1	2,60	2,60	3,20	3,23
T9	SaTN	H0	2	2,60	2,65	2,60	2,60
T9	SaTN	H0	3	4,20	4,20	4,20	4,20
T10	SaTN	H1	1	2,80	1,70	2,20	2,30
T10	SaTN	H1	2	1,70	1,75	3,50	2,45
T10	SaTN	H1	3	3,60	3,60	3,60	2,40

Anexo 9. Longitud promedio de raíz en cm a los 150 días

Tratamientos	Factor A (Sustratos)	Factor B (Dosis de Hormona)	Repetición	Longitud de raíz 150 días
T1	SBS	H0	1	23.5
T1	SBS	H0	2	21.1
T1	SBS	H0	3	23.3
T2	SBS	H1	1	30.3
T2	SBS	H1	2	27,40
T2	SBS	H1	3	29,90
T3	Sa	H0	1	17,40
T3	Sa	H0	2	20.2
T3	Sa	H0	3	18.5
T4	Sa	H1	1	54,20
T4	Sa	H1	2	48.9
T4	Sa	H1	3	52.3
T5	TN	H0	1	17,50
T5	TN	H0	2	15,30
T5	TN	H0	3	18,70
T6	TN	H1	1	12,30
T6	TN	H1	2	15.8
T6	TN	H1	3	18.3
T7	SBSTN	H0	1	28,70
T7	SBSTN	H0	2	26.1
T7	SBSTN	H0	3	24,70
T8	SBSTN	H1	1	36.2
T8	SBSTN	H1	2	34.9
T8	SBSTN	H1	3	32,80
T9	SaTN	H0	1	25,00
T9	SaTN	H0	2	27.2
T9	SaTN	H0	3	27,60
T10	SaTN	H1	1	25.3
T10	SaTN	H1	2	22,90
T10	SaTN	H1	3	26,40

Anexo 10. Diámetro promedio de raíz en cm a los 150 días

Tratamientos	Factor A (Sustratos)	Factor B (Dosis de Hormona)	Repetición	Diámetro de raíz
T1	SBS	H0	1	0,23
T1	SBS	H0	2	0,34
T1	SBS	H0	3	0,38
T2	SBS	H1	1	0,49
T2	SBS	H1	2	0,40
T2	SBS	H1	3	0,43
T3	Sa	H0	1	0,35
T3	Sa	H0	2	0,29
T3	Sa	H0	3	0,21
T4	Sa	H1	1	0,48
T4	Sa	H1	2	0,37
T4	Sa	H1	3	0,42
T5	TN	H0	1	0,53
T5	TN	H0	2	0,46
T5	TN	H0	3	0,51
T6	TN	H1	1	0,40
T6	TN	H1	2	0,27
T6	TN	H1	3	0,35
T7	SBSTN	H0	1	0,21
T7	SBSTN	H0	2	0,27
T7	SBSTN	H0	3	0,25
T8	SBSTN	H1	1	0,34
T8	SBSTN	H1	2	0,29
T8	SBSTN	H1	3	0,33
T9	SaTN	H0	1	0,31
T9	SaTN	H0	2	0,28
T9	SaTN	H0	3	0,48
T10	SaTN	H1	1	0,48
T10	SaTN	H1	2	0,36
T10	SaTN	H1	3	0,41

Anexo 11. Vigor promedio de la Planta a los 150 días

Trat.	Factor A (Sustratos)	Factor B (Dosis de Hormona)	Repetición	Vigor de la planta
T1	SBS	H0	1	3
T1	SBS	H0	2	3
T1	SBS	H0	3	3
T2	SBS	H1	1	3
T2	SBS	H1	2	3
T2	SBS	H1	3	4
T3	Sa	H0	1	4
T3	Sa	H0	2	3
T3	Sa	H0	3	3
T4	Sa	H1	1	3
T4	Sa	H1	2	4
T4	Sa	H1	3	3
T5	TN	H0	1	2
T5	TN	H0	2	1
T5	TN	H0	3	2
T6	TN	H1	1	3
T6	TN	H1	2	2
T6	TN	H1	3	3
T7	SBSTN	H0	1	3
T7	SBSTN	H0	2	4
T7	SBSTN	H0	3	3
T8	SBSTN	H1	1	3
T8	SBSTN	H1	2	4
T8	SBSTN	H1	3	3
T9	SaTN	H0	1	4
T9	SaTN	H0	2	3
T9	SaTN	H0	3	4
T10	SaTN	H1	1	3
T10	SaTN	H1	2	3
T10	SaTN	H1	3	3

Códigos

1	Malo
2	Regular
3	Bueno
4	Muy bueno

Anexo 12. Análisis de costos por tratamientos con dosis alta de hormona (H1)

Trat.	# de esquejes	H1 (\$)	Sub total Costo/trat.	Costo esquejes (\$)	Sub total Costo/trat.	Sustratos (sacos)	Costo Sustratos (\$)	Sub total Costo/trat.	Costo/Pl.	Total Costo/trat.
SBS+H1	9	0,11	1	0,5	4,5	5	2	10	1,72	15,5
Sa+H1	9	0,11	1	0,5	4,5	5	2	10	1,72	15,5
TN+H1	9	0,11	1	0,5	4,5	5	45	225	25,61	230,5
SBSTN+H1	9	0,11	1	0,5	4,5	5	15	75	8,94	80,5
SATN+H1	9	0,11	1	0,5	4,5	5	15	75	8,94	80,5
Jornal										30
Transporte										20
Total										472,5

Anexo 13. Análisis de costos por tratamientos con dosis cero de hormona (H0)

Trat.	# de esquejes	H0 (\$)	Sub total Costo/ trat.	Costo esquejes (\$)	Sub total Costo/trat.	Sustratos (sacos)	Costo Sustratos (\$)	Sub total Costo /trat.	Costo /pl.	Total Costo (\$)/trat.	
SBS+H0	9	0	0	0,5	4,5	5	2	10	1,61	14,5	
Sa+H0	9	0	0	0,5	4,5	5	2	10	1,61	14,5	
TN+H0	9	0	0	0,5	4,5	5	45	225	25,50	229,5	
SBSTN+H0	9	0	0	0,5	4,5	5	15	75	8,83	79,5	
SATN+H0	9	0	0	0,5	4,5	5	15	75	8,83	79,5	
Jornal											30
Transporte											20
Total										467,5	

Anexo 14. Resultados de análisis Sustrato Arboriente

Descripción de la muestra	Sustrato arboriente			
Resultados				
Parámetro (Predeterminado)	Cantidad	Unidad	Interpretación	Metodología
pH	6,1			Potenciómetro
Conductividad	217,4	μS/cm		Conductivímetro
N-NO3	12,5	mg/L	bajo	Extracción mediante agua destilada + Test Fotométrico
Fosforo (P)	3,6	mg/L	aceptable	Extracción por Olsen + Test Fotométrico. Procedimiento análogo a EPA 365.2+3, APHA 4500-P E, DIN EN ISO &{
Potasio (K)	40,0	mg/L	bajo	Extracción mediante solución de NaCl + Test fotométrico
Calcio (Ca)	750,0	mg/L	óptimo	Extracción mediante solución de NaCl + Test fotométrico

Fuente. Laboratorio móvil - UEA

Anexo 15. Resultados de análisis sustrato de bosque secundario.

Descripción de la muestra	Sustrato de bosque secundario			
Resultados				
Parámetro (Predeterminado)	Cantidad	Unidad	Interpretación	Metodología
pH	5,2			Potenciómetro
Conductividad	164	µS/cm		Conductímetro
N-NO3	41,2	mg/L	aceptable	Extracción mediante agua destilada + Test Fotométrico
Fosforo (P)	11,4	mg/L	alto	Extracción por Olsen + Test Fotométrico. Procedimiento análogo a EPA 365.2+3, APHA 4500-P E, DIN EN ISO &/({
Potasio (K)	154,4	mg/L	óptimo	Extracción mediante solución de NaCl + Test fotométrico
Calcio (Ca)	926,5	mg/L	óptimo	Extracción mediante solución de NaCl + Test fotométrico

Fuente. Laboratorio móvil - UEA

Anexo 17. Resultados de análisis Sustrato arboriente + Turba Negra

Descripción de la muestra	Sustrato arboriente + Turba Negra			
Resultados				
Parámetro (Predeterminado)	Cantidad	Unidad	Interpretación	Metodología
pH	5,4			Potenciómetro
Conductividad	143,9	µS/cm		Conductivímetro
N-NO3	8,5	mg/L	bajo	Extracción mediante agua destilada + Test Fotométrico
Fosforo (P)	2,5	mg/L	aceptable	Extracción por Olsen + Test Fotométrico. Procedimiento análogo a EPA 365.2+3, APHA 4500-P E, DIN EN ISO &{
Potasio (K)	43,5	mg/L	bajo	Extracción mediante solución de NaCl + Test fotométrico
Calcio (Ca)	146,6	mg/L	aceptable	Extracción mediante solución de NaCl + Test fotométrico

Fuente. Laboratorio móvil - UEA

Anexo 18. Resultados de análisis Sustrato bosque secundario + Turba Negra

Descripción de la muestra	Sustrato bosque secundario + Turba Negra			
Resultados				
Parámetro (Predeterminado)	Cantidad	Unidad	Interpretación	Metodología
pH	5			Potenciómetro
Conductividad	234,7	μS/cm		Conductivímetro
N-NO3	15,3	mg/L	bajo	Extracción mediante agua destilada + Test Fotométrico
Fosforo (P)	2,3	mg/L	bajo	Extracción por Olsen + Test Fotométrico. Procedimiento análogo a EPA 365.2+3, APHA 4500-P E, DIN EN ISO &/(\
Potasio (K)	34,5	mg/L	bajo	Extracción mediante solución de NaCl + Test fotométrico
Calcio (Ca)	587,8	mg/L	óptimo	Extracción mediante solución de NaCl + Test fotométrico

Fuente. Laboratorio móvil - UEA