



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS ORGÁNICOS EN LA PROPAGACIÓN
DEL BANANO (*MUSA X PARADISIACA* L.) CLON WILLIAMS EN
VIVERO

AJILA GIA LAURA GABRIELA
INGENIERA AGRÓNOMA

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

Evaluación de sustratos orgánicos en la propagación del Banano
(musa x paradisiaca L.) clon williams en vivero

AJILA GIA LAURA GABRIELA
INGENIERA AGRÓNOMA

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TRABAJO TITULACIÓN
TRABAJO EXPERIMENTAL

Evaluación de sustratos orgánicos en la propagación del Banano (*musa x paradisiaca*
L.) clon williams en vivero

AJILA GIA LAURA GABRIELA
INGENIERA AGRÓNOMA

QUEVEDO GUERRERO JOSE NICASIO

MACHALA, 26 DE ABRIL DE 2021

MACHALA
2021

Tesis Laura Ajila

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.uta.edu.ec

Fuente de Internet

5%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía

Apagado

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, AJILA GIA LAURA GABRIELA, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado Evaluación de sustratos orgánicos en la propagación del Banano (musa x paradisiaca L.) clon williams en vivero, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 26 de abril de 2021



AJILA GIA LAURA GABRIELA
0707059663

DEDICATORIA

La presente investigación está dedicada a Dios, quien me dio la fe, la fortaleza necesaria para salir siempre adelante pese a las dificultades, por guiarme en cada paso de mi vida, por darme salud y la esperanza para culminar mi carrera.

A mis padres Lauro Ajila Ajila y Bacilia Gia, por ser mis guías, por su esfuerzo, por su confianza, por sus consejos para hacer de mí una mejor persona, me han brindado fuerza durante todo este tiempo y por enseñarme que hay que ser perseverante.

A mis hermanos Sonia, Andrés, Carolina, Nicolás y Valeria, por su cariño, por el apoyo que siempre me han mostrado y por estar conmigo en los buenos y malos momentos.

A todos mis tíos y primos por el apoyo, el cariño desde lejos, por su ayuda y su apoyo incondicional en momentos difíciles

Laura Gabriela Ajila Gia

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por haberme permitido vivir, por ser mi guía a lo largo de mi vida, por ser el apoyo y la fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A mis padres Lauro Ajila Ajila y Bacilia Gia que siempre me apoyaron económicamente, por sus consejos, comprensión y por impulsarme a dar lo mejor de mí cada día. A mis hermanos Sonia, Andrés, Carolina, Nicolás y Valeria quienes siempre estuvieron apoyándome día a día en el transcurso de cada año de mi carrera Universitaria.

De mi director de tesis, el Ing. José Nicasio Quevedo Guerrero Mg. Sc, por su apoyo y confianza en mi trabajo, y su capacidad para guiar no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi formación como profesional.

Quiero expresar también mis más sinceros agradecimientos a mis especialistas Dr. Julio Enrique Chabla Carrillo PhD y Ing. Edwin Edison Jaramillo Aguilar Mg. Sc por su importante aporte, disponibilidad y paciencia en mi trabajo de titulación.

A Alex Gia, quien me ha guiado, aconsejado en aspectos personales y universitario, me encamino en esta carrera, la cual me encanta.

A mi prima Yelena Ajila por contar su apoyo incondicional y todos sus consejos para no rendirme, por compartir momentos de alegría, tristeza.

A mis amigas, Nayelhi Valarezo, Johanna Noles, María José Aguilar y Carolina Quiñonez los que compartí dentro y fuera de las aulas, me brindaron su amistad para disfrutar gracias infinitas por toda su ayuda con buena voluntad y gracias a todos los que me apoyaron de manera desinteresada en esta investigación.

Laura Gabriela Ajila Gia

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS ORGÁNICOS EN LA PROPAGACIÓN DEL BANANO (*Musa x paradisiaca L.*) CLON WILLIAMS EN VIVERO.

Autor

Laura Gabriela Ajila Gia

Tutor

Ing. José Quevedo Guerrero Mg. Sc.

RESUMEN

El banano es una fruta originaria de Asia cultivada en todas las regiones tropicales, durante todo el año. Los principales países productores son, India con 36,52% siguiendo por China (13,53%), Indonesia (9,29%), Brasil (8,17%) y Ecuador (8,05%). En este último es de gran importancia en el ámbito social y comercial, es fundamental en la dieta alimentaria de la población, para la propagación en banano desde cebollines, multiplicación inmediata desde cormo, propagación tradicional o cepas, micropagación, propagación por organogénesis, el uso de sustrato en la fase de vivero tiene gran interés en el crecimiento presentando propiedades físicas, químicas y biológicas que permiten una buena germinación y crecimiento de la planta. Los objetivos planteados en esta investigación fueron: Determinar el efecto de sustratos orgánicos sobre el crecimiento de cormos de banano (*Musa x paradisiaca*) clon Williams en vivero. La presente investigación se realizó en la Granja Santa Inés, perteneciente a la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en el km 5,5 de la vía Machala-Pasaje. Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), utilizando bolsas de polietileno (0,20m X 0,30m) con tres tratamientos y tres repeticiones, con un total de 180 unidades experimentales con separación entre bloque fue de 0,80 m a cada repetición. Los tratamientos fueron: T1 (79% Suelo limoso + 12% cascarilla de arroz + 9% carbón molido); T2 (54% Suelo limoso + 8% turba vegetal + 38% piedra pómez); T3 (41% Suelo limoso + 28% piedra pómez + 39% materia orgánica + 2% aserrín fino). Las variables evaluadas en esta investigación fueron: porcentaje de brotación, altura de la planta, diámetro del pseudotallo, número de hojas, longitud de hojas, ancho de la hoja, número de raíces, longitud de raíz, peso de raíces, peso fresco de la planta y peso seco de la planta cada siete días. Los datos obtenidos se analizaron con el software

IBM SPSS STATISTICS 25 para la comparación de medias se utilizó el ANOVA de un factor ($p \leq 0,05$), en donde no presenta diferencias significativas en todas las variables evaluadas. Entre los resultados más representativos obtenidos de la investigación se puede apreciar que al sembrarse en el T1 (79% Suelo limoso + 12% cascarilla de arroz + 9% carbón molido) y T2 (54% Suelo limoso + 8% turba vegetal + 38% piedra pómez), tuvieron el mismo porcentaje de brotación de 86,67%. Además, en el T2 las plantas producidas en este sustrato fueron de mayor altura a los 90 días con un promedio de 12,88 cm, diámetro del pseudotallo a los 90 días con 1,54 cm, número de hojas con 3,6 hojas, longitud de hojas con 21,36 cm, ancho de hoja con 10,32 cm, longitud de raíz con 11,25 cm, peso de raíces con 4,85 g, con el T3, el número de raíces presentaron un promedio de 2,7 raíces mayor a los dos tratamientos. Sin embargo, con el T1, las plantas presentaron mayor peso fresco de la planta con 248,7 g y con peso seco de la planta con 77,92 g superando al sustrato del tratamiento dos. Con esta investigación se demuestra el uso de sustratos orgánicos de mejor desarrollo fue el T2 (54% Suelo limoso + 8% turba vegetal + 38% piedra pómez), debido que nos brinda una buena brotación y nos permite obtener plántulas de mayor vigor en vivero. Se recomienda seguir evaluando con otros sustratos existentes.

Palabras clave: banano, cormo, propagación, sustrato, vivero

**EVALUATION OF ORGANIC SUBSTRATES IN THE PROPAGATION OF BANANA
(*Musa x paradisiaca* L.) WILLIAMS CLONE IN A NURSERY.**

Author

Laura Gabriela Ajila Gia

Tutor

Ing. José Quevedo Guerrero Mg. Sc.

ABSTRACT

The banana is a fruit originating in Asia and is cultivated in all tropical regions throughout the year. The main producing countries are India with 36.52% followed by China (13.53%), Indonesia (9.29%), Brazil (8.17%) and Ecuador (8.05%). In the latter it is of great importance in the social and commercial sphere, it is fundamental in the food diet of the population, for banana propagation from chives, immediate multiplication from corm, traditional propagation or strains, micropagation, propagation by organogenesis, the use of substrate in the nursery phase has great interest in the growth presenting physical, chemical and biological properties that allow a good germination and growth of the plant. The objectives of this research were: To determine the effect of organic substrates on the growth of banana corms (*Musa x paradisiaca*) clone Williams in nursery. This research was carried out at the Santa Inés Farm, belonging to the Academic Unit of Agricultural Sciences of the Technical University of Machala, located at km 5.5 of the Machala-Pasaje road. A completely randomized block design (DBCA) was applied, using polyethylene bags (0.20m X 0.30m) with three treatments and three replications, with a total of 180 experimental units with a separation between blocks of 0.80 m for each replication. The treatments were: T1 (79% loamy soil + 12% rice husk + 9% ground charcoal); T2 (54% loamy soil + 8% vegetable peat + 38% pumice); T3 (41% loamy soil + 28% pumice + 39% organic matter + 2% fine sawdust). The variables evaluated in this research were: sprouting percentage, plant height, pseudostem diameter, number of leaves, leaf length, leaf width, number of roots, root length, root weight, plant fresh weight and plant dry weight every seven days. The data obtained were analyzed with the IBM SPSS STATISTICS 25 software for the comparison of means using ANOVA of one factor ($p \leq 0.05$), where no significant differences were found in all the variables evaluated. Among the

most representative results obtained from the research, it can be seen that when planted in T1 (79% loamy soil + 12% rice husk + 9% ground charcoal) and T2 (54% loamy soil + 8% vegetable peat + 38% pumice stone), they had the same sprouting percentage of 86.67%. In addition, in T2 the plants produced in this substrate were taller at 90 days with an average of 12.88 cm, pseudostem diameter at 90 days with 1.54 cm, number of leaves with 3.6 leaves, leaf length with 21.36 cm, leaf width with 10.32 cm, root length with 11.25 cm, root weight with 4.85 g, with T3, the number of roots presented an average of 2.7 roots greater than the two treatments. However, with T1, the plants presented higher fresh weight of the plant with 248.7 g and dry weight of the plant with 77.92 g, surpassing the substrate of treatment two. This research shows that the use of organic substrates with the best development was T2 (54% loamy soil + 8% vegetable peat + 38% pumice stone), because it provides good sprouting and allows us to obtain more vigorous seedlings in the nursery. It is recommended to continue evaluating with other existing substrates.

Keywords: banana, corms, propagation, substrates, nursery

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	20
1.1	Objetivo General.....	21
1.2	Objetivos Específicos	21
CAPÍTULO II		22
2.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	22
2.1	Origen del Banano	22
2.2	Importancia de banano a nivel mundial.....	22
2.3	Importancia del banano en el Ecuador	22
2.4	Clasificación taxonómica del banano.....	23
2.5	Fenología del cultivo de banano.....	24
2.5.1	Fase Vegetativa	24
2.5.2	Fase Reproductiva.....	24
2.6	Morfología del banano.....	24
2.6.1	Sistema radicular.....	24
2.6.2	Cepa o cormo	24
2.6.3	Pseudotallo	25
2.6.4	Hojas.....	25
2.6.4.1	Hoja cigarro.....	26
2.6.5	Hijo.....	26
2.6.6	Inflorescencia	26
2.6.7	Fruta	26
2.7	Condiciones edafoclimáticos del cultivo de banano.....	27
2.7.1	Altitud.....	27
2.7.2	Precipitación.....	27

2.7.3	Temperatura	27
2.7.4	Humedad Relativa	28
2.7.5	Luminosidad.....	28
2.7.6	Suelos	28
2.8	Propagación del banano.....	29
2.8.1	Propagación tradicional o Cepas.....	29
2.8.2	Micropagación.....	29
2.8.3	Propagación por organogénesis.....	29
2.9	Generalidades del Sustrato	30
2.10	Clasificación de los sustratos	30
2.10.1	Materiales Orgánicos.....	30
2.10.2	Materiales inorgánicos.....	30
2.11	Tipos de sustrato a utilizar	31
2.11.1	Cascarilla de arroz	31
2.11.2	Turba.....	32
2.11.3	Aserrín	33
2.11.4	Piedra pómez	34
2.11.5	Carbón	34
2.11.6	Materia Orgánica	35
CAPÍTULO III.....		36
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	36
3.1	Localización de estudio	36
3.2	Equipos y materiales utilizados	37
3.2.1	Materiales.....	37
3.2.2	Equipos.....	37

3.3	Diseño del experimental	37
3.4	Selección de Material vegetativo.....	39
3.5	Variables evaluadas	39
3.6	Tratamientos	40
3.7	Metodología.....	40
3.7.1	Desinfección del suelo	41
3.7.2	Preparación de sustratos	41
3.7.2.1	Preparación de sustrato a base de carbón y cascarilla de arroz.....	41
3.7.2.2	Preparación de sustrato a base de turba y piedra pómez.	41
3.7.2.3	Preparación de sustrato a base de aserrín, piedra pómez y materia orgánica.....	41
3.7.3	Llenado de fundas	41
3.7.4	Selección y obtención de cormos.....	42
3.7.5	Preparación y desinfección de cormos.....	42
3.7.6	Siembra de cormos.....	42
3.7.7	Riego	42
3.8	Medición de las variables consideradas.....	43
3.8.1	Porcentaje de brotación	43
3.8.2	Altura de planta.....	43
3.8.3	Diámetro del pseudotallo	44
3.8.4	Número de hojas.....	44
3.8.5	Longitud de hojas	45
3.8.6	Ancho de la hoja.....	45
3.8.7	Número de raíces.....	46
3.8.8	Longitud de raíz	46
3.8.9	Peso de raíces	47

3.8.10	Peso fresco de la planta	47
3.8.11	Peso seco de la planta	48
CAPÍTULO IV		49
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	49
4.1	Porcentaje de brotación	49
4.2	Altura de planta	50
4.3	Diámetro del pseudotallo.....	53
4.4	Número de hojas.....	54
4.5	Longitud de la hoja.....	55
4.6	Ancho de la hoja.....	57
4.7	Número de raíces	58
4.8	Longitud de raíz.....	59
4.9	Peso de raíz.....	61
4.10	Peso fresco de la planta.....	62
4.11	Peso seco de la planta.	63
CAPÍTULO V		65
5.	CONCLUSIONES	65
6.	RECOMENDACIONES	66
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	67
8.	ANEXOS.....	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica.....	23
Tabla 2. Estructura química de la cascarilla de arroz.	32
Tabla 3. Propiedades de las Turbas.....	33
Tabla 4. Tratamientos usados en la investigación.....	40
Tabla 5. Número y porcentaje de brotes de cormos de banano en diferentes sustratos orgánicos	49
Tabla 6. Análisis de varianza de altura de plantas a los 30, 60 y 90 días.	50
Tabla 7. Efectos de sustratos sobre altura de la planta durante la fase de vivero (90 días)	51
Tabla 8. Análisis de varianza del diámetro del pseudotallo a los 30, 60 y 90 días.....	53
Tabla 9. Análisis de varianza del número de hojas a los 30, 60 y 90 días.	54
Tabla 10. Análisis de varianza de la longitud de la hoja a los 30, 60 y 90 días.....	56
Tabla 11. Análisis de varianza el ancho de la hoja a los 30, 60 y 90 días.	57
Tabla 12. Análisis de varianza del número de raíces.	58
Tabla 13. Análisis de varianza de la longitud de raíz.	59
Tabla 14. Análisis de varianza del peso de raíz.	61
Tabla 15. Análisis de varianza del peso fresco de la planta.....	62
Tabla 16. Análisis de varianza del peso seco de la planta.	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Ubicación del área experimental.	36
Figura 2. Diseño experimental de la investigación	38
Figura 3. Distribución al azar de los tratamientos	38
Figura 4. Material Genético	39
Figura 5. Tratamientos	40
Figura 6. Altura de las plantas	44
Figura 7. Diámetro del fuste	44
Figura 8. Número de Hojas	45
Figura 9. Longitud de la Hoja	45
Figura 10. Ancho de la Hoja	46
Figura 11. Longitud de raíz.....	46
Figura 12. Peso de raíces.....	47
Figura 13. Peso fresco de la planta	47
Figura 14. Peso seco de la planta	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentaje de brotes	50
Gráfico 2. Altura de planta a los 30, 60 y 90 días en diferentes tratamientos.....	51
Gráfico 3. Curva de crecimiento vegetativo del cultivo de banano en diferentes sustratos....	52
Gráfico 4. Diámetro del pseudotallo a los 30, 60 y 90 días.	54
Gráfico 5. Número de Hojas a los 30, 60 y 90 días.....	55
Gráfico 6. Longitud de la hoja a los 30, 60 y 90 días.....	56
Gráfico 7. Ancho de la hoja a los 30, 60 y 90 días.....	58
Gráfico 8. Número de raíces	59
Gráfico 9. Longitud de raíz	60
Gráfico 10. Peso de raíz	62
Gráfico 11. Peso fresco de la planta.....	63
Gráfico 12. Peso seco de la planta.....	64

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Preparación de sustrato para el llenado de fundas.....	76
Anexo 2. Llenado de fundas polietileno	76
Anexo 3. Desinfección de los cormos de banano.	77
Anexo 4. Siembra de los cormos de banano.	77
Anexo 5. Siembra Culminada.	78
Anexo 6. Desarrollo y crecimiento de los cormos de banano.....	78
Anexo 7. Plantas seleccionadas para llevar a Laboratorio.....	79
Anexo 8. Presencia de buen sistema radicular en T2 (suelo limoso, turba, piedra pómez)....	79
Anexo 9. Planta sacrificada en la toma de datos de peso fresco y seco.....	80
Anexo 10. Plantas de banano listas para ser llevadas a campo.....	80

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN.

El banano es una fruta originario de zonas tropicales sureste de asia (Carriel, 2020), cuyo consumo es a todo el mundo, se cultiva en todas las regiones tropicales, durante todo el año constituyen una fuente de económica, ingresos y aporte a la seguridad alimentaria, además una importante fuente de empleo e ingresos para quienes los cultivan y producen durante los últimos años (FAO, 2020). Es producto de exportación que contribuye de forma decisiva a las economías de muchos países que se encuentra en los principales países productores son, India con 36,52% siguiendo por China (13,53%), Indonesia (9,29%), Brasil (8,17%) y en quinto lugar se ubica Ecuador (8,05%). (Maresca, 2016).

Hay procedimientos alternos y baratos para la propagación instantánea en banano a partir de cormos estudias según (Rojas, Vegas, & Domínguez, 2010), los métodos de propagación desde cebollines, multiplicación inmediata desde cormo, propagación tradicional o cepas, micropagación, propagación por organogénesis

Los sustratos otorgan nutrientes en proporciones adecuadas, de acuerdo a las necesidades que requiere la planta; casi nunca todos los sustratos de por sí, son aptos de facilitar un apropiado balance nutricional a las plantas, el uso de sustrato en la fase de vivero tiene gran interés en el crecimiento preliminar del cultivo presentando propiedades estructurales y químicas que posibilitan el aumento de las raíces si tienen un sustrato apropiado, la planta tendrá un adecuado desarrollo (Ramos, y otros, 2016).

Uno de los sustratos más usados para la producción de plantas en el medio global es la turba; sus propiedades físicas, químicas y biológicas que permiten una buena germinación y crecimiento de la planta, pero su costo elevado y manejo, no sustentable han comenzado a restringir su uso (Caballero, Ovando, Núñez, & Aguilar, 2020)

El contexto de la investigación fue utilizar diferentes sustratos alternativos en la propagación de cormos de banano, utilizando diversos materiales locales como: cascarilla de arroz, piedra pómez, turba, resto de vegetales, aserrín fino y carbón, en donde se determinó el aporte real como sustrato y los nutrientes en la propagación de banano de calidad, evaluando el comportamiento de

las diferentes variables en el desarrollo del cultivo, lo cual permite obtener información confiable y de mucha importancia para todos los productores de banano en la región y reducir los costos de productividad al no depender de los sustratos.

1.1 Objetivo General

Determinar el efecto de sustratos orgánicos sobre el crecimiento de cormos de banano (*Musa x paradisiaca*) clon Williams en vivero.

1.2 Objetivos Específicos

Determinar el porcentaje de brotación de los cormos de banano en los diferentes sustratos.

Evaluar el crecimiento de los cormos de banano a través de la medición de altura, diámetro del pseudotallo, largo de raíz, peso de raíz, número de hojas, peso fresco y seco de plantas en los diferentes sustratos.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen del Banano

El banano es originario de zonas tropicales de sureste de Asia, abarcando al noreste de India, Burma y una parte del sur de China, colectivamente con las islas mayores de Sumatra, Filipinas, Java, Borneo, Malasia y las islas de Indonesia (Carriel, 2020).

En el siglo XVI los negociantes europeos introdujeron el banano a América y las Antillas por medio de las corrientes migratorias (Palomeque, 2015). En la actualidad el banano se produce en climas tropicales y subtropicales y los principales cultivos comerciales se encuentran en la región central y sur de América Latina (Mejía, 2018).

2.2 Importancia de banano a nivel mundial

Según (FAOSTAT, 2019), en el mundo hay un área estimada de 5.158,582 ha⁻¹ cultivadas con una producción de 116.781,658 toneladas. El banano es un cultivo de rápido crecimiento que se da en pequeños terrenos, las frutas tropicales constituyen una fuente económica, ingresos, seguridad alimentaria y nutrición a sectores agrícolas de muchos países, los datos como referencia en la producción y consumo de productos básicos en su interés de los últimos años (FAO, 2020).

La producción mundial de banano se encuentra en los principales países productores son, India con 36,52% siguiendo por China (13,53%), Indonesia (9,29%), Brasil (8,17%) y en quinto lugar se ubica Ecuador (8,05%), se crearon territorios bananeros, que tratan asegurar un balance, obteniendo una fruta completamente sana fomentando a la producción orgánica, a través de aspectos y criterio del llamado “comercio justo”, que se desarrolla constantemente, no solo en producción incluso en la aprobación dentro del mercado, el público busca cada día comprar productos que no perjudiquen a la salud y al entorno (Maresca, 2016).

2.3 Importancia del banano en el Ecuador

La importancia del banano radica directamente en la exportación a diferentes países del mundo, su producción está distribuida en numerosos mercados, esto genera un 2% de PIB general y alrededor de un 35% de PIB (Ministerio de Comercio Exterior del Ecuador, 2017).

La actividad bananera influye en el ámbito social y comercial, generando empleos para 2,5 millones de personas lo que representan el 6 % de población total de la industria bananera, esto transformaría un sector del empleo reduciendo la pobreza rural, por ello el banano es considerado como el alimento más importante de mundo (García, Marcillo, & Palacios, 2019).

Según (Vistazo, 2019), confirma que tres de diez bananos exportados son origen de Ecuatoriano, fue considerado un país líder exportador en el año 2018 donde exporto 344,8 millones de cajas de banano, en comparación al año anterior que tuvo un incremento del 6% logrando que el país se convierta en un productor agrícola de calidad durante todo el año.

La producción en Ecuador entrega novedades con relación al cultivo convencional, en cambio el producto orgánico colabora a disminuir agroquímicos y plásticos derivados de las envolturas que garantiza una producción limpia y no afecta al medio ambiente y salud (Capa, Alaña, & Benítez, 2016). El banano orgánico corresponde a buenas prácticas agrícolas que permita adquirir alimentos sanos, nutritivos, y libre de contaminantes (Estrada & Encalada, 2017).

2.4 Clasificación taxonómica del banano

Según (Soto, 1992), describe la clasificación taxonómica del cultivo de banano de la siguiente manera:

Tabla 1. Clasificación taxonómica.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Género	Musa
Especie	M. paradisiaca

Fuente: (Soto, 1992)

2.5 Fenología del cultivo de banano

2.5.1 Fase Vegetativa

Durante esta fase emite entre 35 – 36 hojas, con una frecuencia de una hoja por semana en temporada de lluvias, puede formar entre 0,4 – 0,6 hojas por semana, le permite a la planta sustituir las hojas que han sido perjudicadas por enfermedades como la Sigatoka negra y daños mecánicos, la planta puede generar de 30 – 50 hojas en todo su ciclo, dejando 10 – 14 hojas fotosintéticas (Martínez & Cayón, 2011).

2.5.2 Fase Reproductiva

La fase reproductiva finaliza la emisión foliar y empieza emerger la bellota, luego el llenado del racimo hasta la cosecha necesitará el número de hojas funcionales, por medio de la fotosíntesis elaborará los nutrientes necesarios para la formación del racimo (Martínez & Cayón, 2011).

2.6 Morfología del banano

2.6.1 Sistema radicular

El sistema radicular es adventicio, fasciculadas y fibrosas está formado por un gran número de raíces primarias, secundarias y terciarias con apariencia de una cinta larga de color pálido y tiernas, se tornan amarillenta mientras que raíces viejas se vuelven ser más oscuras y duras (Galan, y otros, 2018). Cuya función primordial es la absorción de agua, almacenamiento de nutrientes y dar buen anclaje para su pleno desarrollo, tiene raíces superficiales distribuidas en una lámina de 30 – 40 cm con una mayor concentración en la lámina de 15 – 20 cm, su diámetro fluctúa entre 5 – 8 mm y en ocasiones llega 10 mm, su longitud puede alcanzar de 2,5 – 3 m horizontal con una profundidad de 1,5 m (Gómez, 2008).

Las raíces pueden ser quebradizas al filtrar al suelo, está relacionado con la textura y estructura del suelo, mientras tanto el suelo sea liviano (franco-arenoso) con mayor medida de raíces que puede llegar a los 3 m transversal, en cambio en los suelos franco-arcillosos con menor medida que alcanza a los 2 m transversal (Barrera, Cardona, & Cayón, 2011).

2.6.2 Ceba o cormo

Se lo conoce como cormo, bulbo o rizoma tuberoso, su estructura es cilíndrica su textura es gruesa, corto y con abundante tejido, su función es guardar sustancias nutritivas y almacenar agua, se produce a partir de yemas vegetativas de la planta madre y sufre variación anatómica y morfológica del tejido al desarrollarse diametralmente forman rizomas de alturas diferentes (Torrés, 2012).

En la zona central del bulbo se produce raíces y nuevas yemas que dan origen a nuevos retoños, que emergen de la base del cormo de la madre, cada retoño necesita nutrirse por medio del pseudotallo, dependerá su desarrollo de la planta madre hasta que el hijo fabrique hojas completas y produzca un nuevo tallo normal (Gómez, 2008).

2.6.3 Pseudotallo

Las plantas de banano pueden alcanzar una altura de 2 a 5 m a veces llegan a los 8 m incluyendo con las hojas (Blasco & Gómez, 2014), con un diámetro de 20 cm conocido como falso tallo está compuesto por vainas foliares sobrepuestas, es muy fibroso cuya estructura especialmente es agua, lo suficientemente vigoroso que puede resistir el peso de un racimo de 50 Kg o más (Navarro, 2020).

Además, el pseudotallo se transforma como un reservorio de agua, carbohidratos y minerales a la planta cosechada para que los hijos del próximo ciclo de producción aprovechen los nutrientes (Rodríguez, Cayón, & Mira, 2006).

2.6.4 Hojas

Las hojas emergen del punto central de crecimiento del pseudotallo surge enrollada en forma de cigarro, es esencial para la planta en donde ejerce la fotosíntesis son oblongos, lisas de textura suave y base redonda, su color verde brillante en la zona del haz con una tonalidad ligeramente más clara en el envés; se encuentra compuesta por: vainas, peciolos, nervadura y limbo (Gómez, 2008).

La planta puede producir un total de 35 - 36 hojas funcionales la forma de la hoja es espiral, pueden llegar alcanzar de 2 - 4 m de largo y 0,90 – 1 m de ancho, con un peciolo de 60 cm o más

de longitud y un limbo elíptico alargado, ligeramente decurrente hacia el peciolo, un poco ondulado y glabro (Guzhñay, 2017).

En el proceso de llenado de la fruta es fundamental que el área foliar alcance su actividad fisiológica es un componente primordial en el desempeño productivo, durante su crecimiento y desarrollo, la planta que tenga por lo menos 8 hojas funcionales que permite llevar a cabo la fotosíntesis de manera ideal (Barrera, Barraza, & Campo, 2016).

2.6.4.1 Hoja cigarro

La hoja cigarro o candela, es el estado de la hoja enrollada en forma de cilindro que termina de germinar con aspecto fina y especialmente frágil aun cuando va modificando su color hacia color verde habitual y reduciendo su fragilidad mientras se genera su abertura; en cambio su estructura va cambiando de manera que se produce su apertura en término de 9 días alrededor; de lo contrario puede durar de 15 a 20 días (Carriel, 2020).

2.6.5 Hijo

El hijo es un brote lateral que se lleva a cabo a partir del rizoma, y principalmente nace bastante alrededor de la planta progenitora, se lo conoce como vástago, retoño, colino o brote. Una vez que el hijo apenas sale del suelo se llama hijuelo ya ha crecido y tiene hojas verdaderas se llama hijo y un rizoma enorme, y el hijo de agua, que tiene hojas anchas y un rizoma diminuto de agua poseen una conexión débil con la planta mamá y no se desarrollan como una planta (Saltos, 2020).

2.6.6 Inflorescencia

La inflorescencia del banano crece a través del pseudotallo hasta aparecer en la parte superior de la planta, guarda una relación con el número de hojas emitidas con los cambios morfológicos de la hoja (Vargas, Acuña, & Valle, 2015). Experimenta un proceso de modificación que da paso al número de manos y dedos (Torrés, 2012)

Las flores son púrpuras o blancas se auto fecundan, el clúster se encuentra en las axilas de las hojas puede alcanzar 30 cm de largo, está protegido por pelos plateados, se encuentra en conjunto de 10 – 14 vainas, llegan hasta medir de 5 – 13 cm, cada uno de ellos engloba de 3 – 7 semillas su colorido varía como negras, marrón, rojizas, blancas o moteada, todas las semillas tienen un hilo

elevado (Vega, 2020). Presenta dos tipos de flores las femeninas tipo pistiladas son las que se presentan primero, se dispone en nódulos de manos que van desarrollando el racimo; conforme desarrolla el fruto brotan las flores masculinas estaminadas se localizan en parte distal (Tenesaca, 2019).

2.6.7 Fruta

El banano es una baya sin semilla con un aspecto cilíndrico pueden contener de 30 -70 frutos que miden 20 – 40 cm de longitud y 4 – 7 cm grosor siendo su color amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo (Blasco & Gómez, 2014).

Es una baya suave, carnosos y alargada a lo largo del desarrollo de la fruta se doblan geotrópicamente, de acuerdo con el peso, determinando la manera del racimo; su longitud cambia conforme a la variedad, se desarrolla desde el ovario de una flor pistiladas por el incremento del volumen de las celdas del ovario opuesto al eje central. Se observan pequeños aspectos negros al abrir al fruto que son los óvulos abortados una vez que el fruto está maduro el color al principio es verde gris y mientras madura cambia a un color amarillo (Mejía, 2018).

2.7 Condiciones edafoclimáticas del cultivo de banano

2.7.1 Altitud

El banano tiene un óptimo desarrollo entre los 0 a 300 msnm, se ajusta a alturas que alcanzan hasta los 2200 msnm (Torrés, 2012). Por cada 100 m el ciclo vegetativo se va ampliando otros 45 días (Intagri, 2018).

2.7.2 Precipitación

El banano necesita un requerimiento hídrico que oscila de 120 a 180 mm de lluvia mensual o 1800 a 3000 mm bien repartido a lo largo de todo el año, como resultado requiere de 28 a 44 mm de agua semanal (Agrocalidad, 2016). Dado que el 85 – 88% de su morfología es agua es fundamental integrar el riego en sus estaciones lluviosa y seca (Gómez, 2008).

2.7.3 Temperatura

(Intagri, 2018), sugiere que la temperatura apropiada es a partir de los 18.5°C a 35.5°C, sin embargo, la temperatura ideal es de 25°C, en presencia de temperaturas bajas a 15.5°C atrasaría el desarrollo del cultivo. Si bien en temperaturas superiores a 40°C no se visualiza impactos negativos, continuamente y una vez que el volumen de agua sea habitual (Gómez, 2008).

2.7.4 Humedad Relativa

El cultivo de banano necesita una humedad relativa que no exceda al 80% por el motivo que facilita el desarrollo de patologías fungosas y la proliferación de principales plagas del cultivo (Agrocalidad, 2016).

2.7.5 Luminosidad

En la producción de banano es imprescindible la luminosidad, que debería estar entre los 1000 a 1500 horas luz/ año y 4 horas como promedio por día (Agrocalidad, 2016). La fase vegetativa en condiciones de sombra, baja magnitud de iluminación, días oscuros y fríos no interrumpe el crecimiento del follaje, en algunas plantas que se desarrollan en 14 meses de sombra (Torrés, 2012)

2.7.6 Suelos

Los suelos adecuados son de formación aluvial, de textura franco arenosa, franco arcilloso, franco arcillo limosa y franco limoso, debido a que están vinculado a la composición del suelo, además fértiles, permeables, una buena composición, con una profundidad no inferior a 1.2 – 1.5 m sin nivel freático con buen drenaje (Mejía, 2018).

Optan suelos ricos en potasio, arcillo-silíceos, calizos, variando el pH entre 5.5 – 7, el cual siendo ideal es 6.5 y ricos en materia orgánica por otro lado, el banano se lleva a cabo mejor en suelos planos con pendientes del 0 – 1% (Infoagro, 2011).

2.8 Propagación del banano

2.8.1 Propagación tradicional o Cepas

Según (Vargás, 2015), a menudo el material de siembra se basa en la extracción del corno o cormos completos originario de hijos de agua o de espada. Por lo general se conoce como descendencia de la planta madre cuyo punto de crecimiento da sitio a una planta totalmente nueva y en el cual cada una de las yemas axilares fueron eliminadas (Galan, y otros, 2018).

La multiplicación vegetativa se consigue al momento de separar los brotes o colines de la planta madre primeramente seleccionar los parámetros más relevantes como productividad, mejoramiento y sanidad (Patiño, Rodríguez, Miranda, & Lemus, 2019).

2.8.2 Micropagación

Es uno de los recursos de la biotecnología para el cultivo in vitro se basa en la propagación de plantas en un ambiente controlado del medio de cultivo (Galan, y otros, 2018). Posibilita obtener enormes porciones de plantas con buenos fenotipos y genotipos establecimiento alto vigor y rendimiento de fruto, se usa para superar las dificultades de propagación y eludir la extinción de especies apreciadas (Cruz, y otros, 2016)

2.8.3 Propagación por organogénesis

Este método consta de 5 fases que comienza por la preparación de la planta donante luego el proceso de selección de la planta debería tener como condición principal un vigoroso incremento y en la floración contando con la omisión de plagas y patologías, continuando con las etapas, el establecimiento de tener cultivos vigorosos para lograr el proceso de multiplicación, desde los ápices vegetativos llevando a cabo el corte del domo meristemático cuyo objetivo es obtener propágulos en la multiplicación; en esta etapa de enraizamiento se ocupa en la adaptación y preparación para obtener plantas con un sistema radicular que les dejará ser trasplantadas en condiciones de vivero o invernadero, después continúa en la etapa de habituación que se delega del cuidado de las plantas tratándose y preparándose para el posterior trasplante en regiones destinadas a la producción. (Galan, y otros, 2018).

2.9 Generalidades del Sustrato

El sustrato es un elemento sólido, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, diferente al suelo es colocado en un recipiente, de manera pura o en mezcla, facilita el anclaje del sistema radicular, asumiendo, el papel de soporte para la planta. El sustrato puede participar o no, en la fase de nutrición mineral de la planta (Vera, Castro, Valverde, & Choez, 2020).

Un buen sustrato tiene como función de brindar y conservar los niveles adecuados de humedad para la semilla, proporcionar los nutrientes esenciales para producción para la plántula, que permite un correcto intercambio gaseoso entre la atmósfera con el sustrato y ejercer como soporte físico para la planta (Acevedo, Cruz, & Taboada, 2020)

2.10 Clasificación de los sustratos

Existen diferentes clasificaciones de sustratos, que se encuentran en materiales inertes como perlitas o agrolitas y materiales orgánicos como biosólidos, residuos de cosechas, lombricompostas, compostas, estiércol de ganado - aves, abonos orgánicos y suelo, entre otros. Estos elementos pueden ser de costo mínimo y de mayor disposición para los productores en el medio local, buscan alternativas para usar distintos materiales orgánicos locales como sustratos (Acevedo, Cruz, & Taboada, 2020).

Según (Gallardo, 2018), afirma la base de los componentes orgánicos e inorgánicos de la forma siguiente:

2.10.1 Materiales Orgánicos

De acuerdo a su origen los sustratos pueden ser de tres tipos:

- ❖ De origen natural. Se caracterizan en la descomposición biológica. Es el más empleado en la turba.
- ❖ De síntesis. Son polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen por medio de síntesis química (espuma de poliuretano, espuma de urea formaldehído, poliestireno expandido, etc.)
- ❖ Subproductos y residuos de distintas actividades agrarias, pecuaria, etc. Diversas materias deberán someterse a una descomposición adecuada para los sustratos (cascarilla de arroz,

estiércoles, cortezas de árboles, serrín, virutas de madera, residuo de fibra de coco, residuo del corcho, etc.)

2.10.2 Materiales inorgánicos

Se describen en tres tipos:

- ❖ De origen natural. Se obtienen a partir de piedras o sustancia natural de distintos orígenes.
- ❖ Modificándose de modo ligero, por medio de tratamientos físicos simples. No son biodegradables (arena, grava, tierra volcánica, etc.).
- ❖ Transformados o tratados industrialmente. Desde piedras o minerales, por medio de tratamientos físicos y algunas veces además químicos más o menos complicados, que modifican de forma notable las propiedades iniciales de los materiales (roca sedimentada, perlita, mineral de silicatos, etc.).

2.11 Tipos de sustrato a utilizar

2.11.1 Cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz es un subproducto obtenido del proceso del pulido para la obtención del grano de arroz procedente de los sectores arroceros, es la cubierta externa del grano de arroz maduro formado por dos glumas nombrados lemma y palea, tiene una naturaleza resistente, abrasiva y leñosa; por lo que, es resistente a componentes del medio ambiente, salvaguardando al grano de arroz de padecer debilitamiento a lo largo de la época del desarrollo de la planta de arroz, a causa del ataque de insectos o de hongos (Vargas, Alvarado, Vega, & Porras, 2013).

La cascarilla del resto de cereales tiene similar color amarillo dorado, sin embargo, no muestran el área reticulada, por otra parte la cascarilla de cebada tiende a romperse en fragmentos triangulares, en lo que en el arroz son rectangulares (Muñoz & Villalobos, 2015). Pertenecen a los residuos agroindustriales más relevantes que dispone el Ecuador, al hacer alusión a residuo vegetal dado lugar en el proceso fructífero del arroz, es un tejido vegetal constituido por celulosa y sílice, son recursos que favorecen una rentabilidad buena como combustible además ofrece buenas características para ser usado como sustrato hidropónico (Tipanluisa, Moreno, Guasumba, Celi, & Molina, 2015).

Entre sus primordiales características físico-químicas es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición, es liviano de buen drenaje, buena aireación (Zambrano, Muñoz, Dueñas, Párraga, & Loor, 2018), se caracteriza por un índice bajo de descomposición gracias a su elevado contenido de sílice (12 a 16%); con poca densidad aparente (0,09 a 0,22 gr m⁻³ de masa seca); un buen drenaje, de este modo con una aireación adecuado y permeabilidad alta; pH neutro, CE y CIC bajas; es un material abundante en fósforo, potasio e insuficiente en nitrógeno. Sus principales limitantes son la baja retención de humedad inicial y complejidad de preservación de la humectabilidad (Vélez, Flórez, & Flórez, 2014). La estructura química de la cascarilla de arroz se la puede establecer de acuerdo con la tabla (Mafla, 2009).

Tabla 2. Estructura química de la cascarilla de arroz.

Propiedades	SiO₂ (%)	CO₂ (%)	AlO₃(%)
Superficie Externa	55,25	44,77	0,00
Superficie Interna	35,48	58,24	6,27

Fuente: (Mafla, 2009)

2.11.2 Turba

La turba se forma por la degradación total de las plantas en lugares con bajas temperaturas, poca oxigenación y niveles bajos de nutrientes, está compuesta por varias especies de plantas, entre ellos musgos, juncos y pastos (Mejia, 2007).

Es uno de los sustratos más utilizados en la producción en el medio global, sus características físicas, químicas y biológicas permiten a buena germinación y crecimiento de las plantas, pero su elevado costo y manejo, no sostenible han comenzado a restringir su uso (Caballero, Ovando, Núñez, & Aguilar, 2020), permite proporcionar las condiciones adecuadas al cultivo para el crecimiento de las raíces, por lo tanto, surge la necesidad de preparar materiales producidos in situ, fijo y de comprobada calidad e inocuidad (Ortega, Sánchez, Díaz, & Ocampo, 2010).

Se clasifican en dos categorías: turbas rubias y negras: las turbas rubias tienen un alto contenido de materia orgánica y están menos descompuestas con un correcto nivel de retención de agua y aireación, las turbas negras están más mineralizadas teniendo un mínimo contenido de materia

orgánica, tienen una aireación insuficiente y sustancia de sales solubles elevados, ambas turbas oscilan una estructura y una elevada capacidad de intercambio catiónico interponerse en la nutrición vegetal, expresan un pH que fluctúa entre 5 y 7 (Ilbay, 2012).

Tabla 3. Propiedades de las Turbas

Propiedades	Turbas rubias	Turbas negras
Densidad aparente (g/cm ³)	0,06 – 0,1	0,3 – 0,5
Densidad real (g/cm ³)	1,35	1,65 – 1,85
Espacio poroso (%)	94 o más	80 – 84
Capacidad de absorción de agua (g/100 g.m.s.)	1049	287
Aire (% volumen)	29	7,6
Agua fácilmente disponible (% volumen)	33,5	24
Agua de reserva (% volumen)	6,5	4,7
Agua difícilmente disponible (% volumen)	25,3	47,7
C.I.C. (meq/100 g)	110 - 130	250 o más

Fuente: (Ilbay, 2012)

2.11.3 Aserrín

El aserrín procedente de especies de coníferas y se utiliza como sustrato con buenos rendimientos en la producción de plantas de diferentes especies, el aserrín puede promover la absorción de nutrientes en las plantas, además puede exponer inconvenientes de exceso de humedad por su partícula fina, de esta forma se recomienda mezclar con otros materiales de partículas más gruesas (Hernandez, Aldrete, Ordaz, López, & López, 2014).

La utilización del aserrín para cultivar plantas es más compleja que otros materiales orgánicos, ahora bien, con un cuidado particular sobre el funcionamiento de la nutrición, el uso del sustrato posibilita obtener plantas de buena calidad y rendimientos elevados; además el aserrín es exuberante de bajo precio en regiones industriales forestales podría ser usado solo o en mezclas, con o sin compostaje. Si el aserrín se mezcla correctamente con materiales inorgánicos de las características físicas y químicas de combinaciones podría ser más lenta, manteniéndose aquellas características por más tiempo (Pineda, y otros, 2019).

2.11.4 Piedra pómez

La piedra pómez (también llamada jal, pumita o pumicita), es una roca porosa, frágil y de peso inferior específico procedente de magma volcánico, es un producto de actividad volcánica y principalmente está compuesta por cuarzo a modo de vidrio volcánico y lavas silíceas elaboradas en la estructura riolítica (Martínez & Caiza, 2015), es de color blanco a gris claro, tiene varias cavidades y es bastante ligera muestra partículas de diversos tamaños, porosidad interna alta, retención de humedad y aireación buena, drenaje apropiado, pH cercano al neutro y buena seguridad (Luna, 2017).

La piedra pómez pertenece a los desperdicios industriales que tienen la posibilidad de utilizar gracias a su alta capacidad de retención de humedad (Vázquez, y otros, 2018); la capacidad es ligeramente baja con referencia: lana de roca, sustrato orgánicos o perlita además puede reducirse la absorción de nutrientes y agua por plantas, en especial en climas templados, no poseen capacidad de amortiguación y tiene una disminución en la carga superficial especialmente como resultado de las impurezas de metales y carbonatos (Bar, Saha, Raviv, & Tuller, 2019).

2.11.5 Carbón

El carbón vegetal o biocarbón es el producto con alto contenido de C que se obtiene a partir de la degradación térmica de materiales orgánico en ausencia de oxígeno (pirólisis), su microestructura porosa, con un elevado contenido de minerales que proporcionan condiciones favorables al suelo (Cha, y otros, 2016). Es un producto considerado como mejorador de calidad de suelo, ya que incrementa la fertilidad, rendimiento y producción de cultivos, se incrementa la retención del agua; su elaboración es de residuos vegetales urbanos, agrícolas y silvícolas puede contribuir a combatir los efectos del calentamiento global (Fiallos, y otros, 2015).

El biocarbón tiene características físicas, químicas y biológicas de los suelos y especialmente el decrecimiento de la materia orgánica, el incremento de la erosión y la degradación física (Escalante, y otros, 2016), y mejora la biodiversidad microbiológica, promueve la supresividad y crecimiento vegetal (Rao, Lu, Huang, Cai, & Cai, 2016).

2.11.6 Materia Orgánica

La materia orgánica está relacionada con la fertilidad y calidad del suelo como a su vez con la dinámica de los nutrientes en los cuales se resaltan: la estructura del suelo, disminución en la contaminación de agua, cambios en el pH, CE y CIC, mejora la distribución de aire y agua a las raíces de las plantas y crecimiento del sistema radicular (Conceição, y otros, 2015). Se estima que la materia orgánica es de cualquier tipo de material de procedencia animal o vegetal que regresa al suelo luego de un proceso de descomposición del que forman parte los microorganismos (López, Orozco, Montejo, & Méndez, 2018).

La aplicación de materia orgánica al suelo es una práctica recomendada, ya que aportan nutrientes, optimiza su composición, aumenta la durabilidad sistémica y la supresividad biológica de los patógenos, además de la producción de compuestos nematostáticos y nemato tóxicos (Torres, Segura, Sandoval, Ortega, & Samuels, 2019)

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización de estudio

La presente investigación se realizó en la Granja Santa Inés, perteneciente a la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en la parroquia El Cambio, cantón Machala, provincia de El Oro situada en el km 5,5 de la vía Machala-Pasaje.

El lugar de estudio se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas:

Longitud: 79° 54' 05'' W 9636128

Latitud: 03° 17' 16'' S 620701

Altitud: 5 msnm

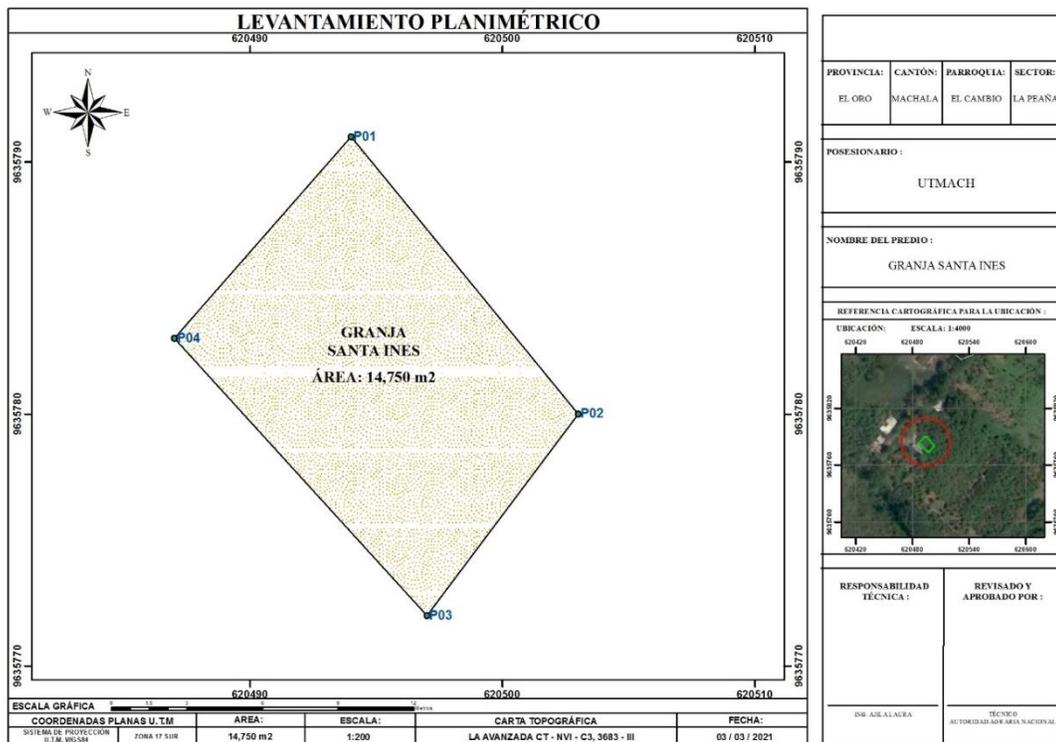


Figura 1. Mapa de Ubicación del área experimental.

Fuente: Autor

3.2 Equipos y materiales utilizados

3.2.1 Materiales

- Fundas de polietileno (0.20m X 0.30m)
- Palas
- Palín
- Plástico negro
- Cámara
- Navajas
- Flexómetro
- Cormos de banano
- Letrero de identificación
- Calibrador pie de rey
- Baldes
- Turba Vegetal – Cascarilla de arroz – Carbón vegetal molido – Aserrín Fino - Piedra pómez – Materia Orgánica

3.2.2 Equipos

- ❖ Balanza
- ❖ Estufa
- ❖ Bomba de 0.5 HP

3.3 Diseño del experimental

En el presente trabajo se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres bloques, tres tratamientos en tres repeticiones con sesenta unidades a cada tratamiento, el espaciamiento entre cada bloque ha sido 0.55 metros de largo x 0.70 m de ancho para facilitar el funcionamiento agronómico para la especie evaluada que fueron desarrollados en vivero en la Granja Experimental “Santa Inés” (Figura 2).

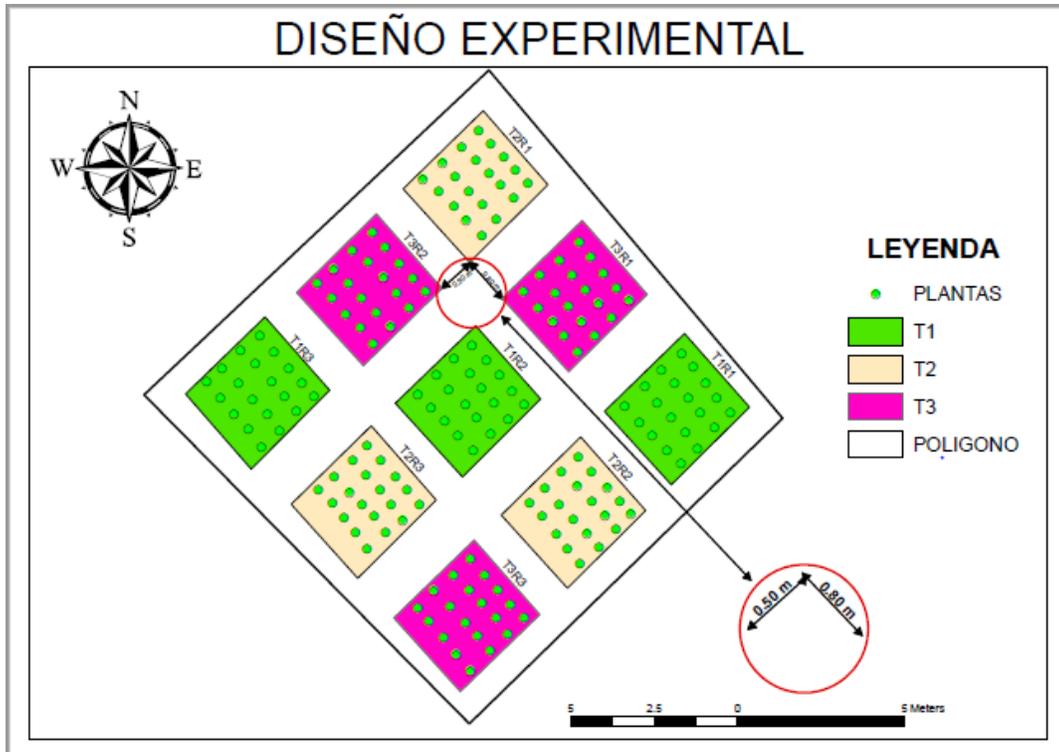


Figura 2. Diseño experimental de la investigación

Fuente: Autor

DISTRIBUCION DEL CLON DE BANANO CON LOS TRATAMIENTOS

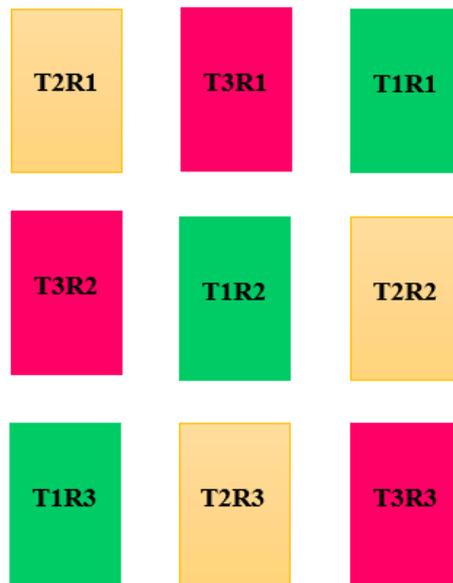


Figura 3. Distribución al azar de los tratamientos

Fuente: Autor

3.4 Selección de Material vegetativo

El material vegetativo del cultivar de banano Clon Williams se recolectó del área experimental perteneciente del Ingeniero Diego Villaseñor, se seleccionaron renuevos conocidos como hijos de espada con un tamaño entre 10 a 20 cm altura, de buen estado morfológico y fisiológico. Los hijos se extrajeron de plantas madres vigorosas (Figura 3).



Figura 4. Material Genético

Fuente: Autor

3.5 Variables evaluadas

Para dar cumplimiento con los objetivos previamente planteados se evaluaron las siguientes variables:

- a) Porcentaje de brotación
- b) Altura de planta
- c) Diámetro del pseudotallo
- d) Número de hojas
- e) Longitud de hojas
- f) Ancho de la hoja
- g) Número de raíces
- h) Longitud de raíz
- i) Peso de raíces
- j) Peso fresco de la planta
- k) Peso seco de la planta

3.6 Tratamientos

Los tratamientos aplicados y que resultan de la combinación de los factores en estudio se reflejan en la (Tabla 1).

Tabla 4. Tratamientos usados en la investigación.

Tratamiento	Descripción
T1	79% Suelo limoso + 12% cascarilla de arroz + 9% carbón molido
T2	54% Suelo limoso + 8% turba vegetal + 38% piedra pómez
T3	41% Suelo limoso + 28% piedra pómez + 39% materia orgánica + 2% aserrín fino



Figura 5. Tratamientos

Fuente: Autor

3.7 Metodología

3.7.1 Desinfección del suelo

Para la desinfección del suelo mediante el método químico, se aplicó formol a una dosis de 20 ml en 20 litros de agua; se usó 40 litros finalmente se colocó al suelo dando vueltas hasta que se mezcla por completo en todo el suelo, luego se tapó con plástico negro a los 2 días se destapo y se dejó airear por una hora.

3.7.2 Preparación de sustratos

Para la preparación de los sustratos primeramente se inició con la recolección de los materiales, como: suelo limoso, aserrín, carbón, turba, piedra pómez, cascarilla de arroz y materia orgánica (Ver anexo 1).

3.7.2.1 Preparación de sustrato a base de carbón y cascarilla de arroz

Para la elaboración del sustrato se colocaron ordenadamente en capas los siguientes materiales: 125 Kg de suelo limoso, 19 Kg de cascarilla de arroz, 14 Kg de carbón molido y se procedió a efectuar la mezcla de todos los materiales con la finalidad de tener una mezcla homogénea.

3.7.2.2 Preparación de sustrato a base de turba y piedra pómez.

Para la elaboración del sustrato se colocaron ordenadamente en capas los siguientes materiales: 100 Kg de suelo limoso, 15 Kg de turba vegetal, 69 Kg de piedra pómez y se procedió a efectuar la mezcla de todos los materiales con la finalidad de tener una mezcla homogénea.

3.7.2.3 Preparación de sustrato a base de aserrín, piedra pómez y materia orgánica.

Para la elaboración del sustrato se colocaron ordenadamente en capas los siguientes materiales: 100 Kg de suelo limoso, 73 Kg de Materia Orgánica, 69 Kg de piedra pómez, 4 Kg de aserrín fino y se procedió a efectuar la mezcla de todos los materiales con la finalidad de tener una mezcla homogénea.

3.7.3 Llenado de fundas

Después de preparar el sustrato a utilizar, se procedió a llenar las fundas de polietileno (0,20m X 0,30m) de 1 mm de grosor perforadas de 3 tipos de sustratos, dan golpes suaves a la base de la funda para evitar que queden mal llenadas y dejar espacio de aire en las mismas se procedió a regar para que el aire que existente reduzca y se compacte el sustrato, luego se colocaron las fundas clasificándolas por sustrato (Ver anexo 2).

3.7.4 Selección y obtención de cormos

La selección de semilla (cormo o rizoma) se debe realizar una pre-selección en el campo de las plantas madres vigorosas que se usarán como fuente de material de siembra, asegurando que estén sin signos visuales de ataques de plagas y enfermedades (fungosas y bacterianas), además de reunir ciertas características referente a tamaño y calidad. La extracción de los cormos es inducir la brotación de las yemas axilares, se eliminó la yema apical a un centímetro bajo la corona que une al cormo con el pseudotallo, luego se hicieron cortes sobre el corte apical la herramienta que se realizó fue un palín, una vez que el suelo estaba húmedo nos facilita la extracción sin dañar el punto crecimiento del cormo. Después se eliminó los residuos de suelo y raíces, tratando de no afectar la yema.

3.7.5 Preparación y desinfección de cormos

Los cormos seleccionados se les remueve los restos de suelo con abundante agua y con una navaja se eliminan las raíces y parte del tejido dañado por plagas o microorganismos, dejando solamente una cantidad que posibilite sujetarlo con la mano y dándole forma tipo cebollín al cormo. En la desinfección de todos los cormos cosechados para ello se mezcló fungicida CUPROFIX EQ en una proporción de 7 g en 20 litros de agua más insecticida BALA 55 en una proporción de 15 ml en 20 luego se sumergió por diez minutos (Ver Anexo 3)

3.7.6 Siembra de cormos

Una vez desinfectada la semilla se procede a la siembra de los cormos serán sembradas directamente en bolsas plásticas, tratando en lo posible que la yema se encuentre cubierta por tierra o el sustrato utilizado, y que esté cerca de la superficie en esta etapa se deberá suministrar riego,

evitando la saturación y condiciones de estrés hídrico. Se estima que las plantas estarán aptas para la siembra en campo en un periodo mínimo de 12 semanas (Ver anexo 4).

3.7.7 Riego

Esta labor se la realizó cada 2 a 3 días, utilizando un sistema de riego micro aspersión para no provocar ningún daño a la planta.

3.8 Medición de las variables consideradas

La presente investigación se enfocó en los principales caracteres morfológicos de la planta de banano.

3.8.1 Porcentaje de brotación

El porcentaje de brotes se realizó mediante el conteo semanal de las plántulas que emerjan en relación a la cantidad de cormos sembradas por funda. Esta variable se contabilizó hasta los 84 días, sembrada de forma directa en las fundas determinando cuál de los sustratos (carbón - cascarilla de arroz, turba - piedra pómez, M.O - cascarilla de arroz - piedra pómez) presento el mejor porcentaje germinativo.

3.8.2 Altura de planta

Para medir esta variable se tomó la altura de todas las plantas con su tratamiento respectivamente. Para esta variable se utilizó un flexómetro, midiendo desde la base hasta la bifurcación en “V” formada entre las dos primeras hojas funcionales, a las 12 semanas después de la siembra (Figura 4).



Figura 6. Altura de las plantas

Fuente: Autor

3.8.3 Diámetro del pseudotallo

Este dato se obtuvo al medir en centímetros con un pie de rey, el diámetro basal del fuste (pseudotallo), utilizando como referencia dos centímetros sobre del suelo y se tomó datos cada 7 días durante 3 meses. (Figura 5).



Figura 7. Diámetro del fuste

Fuente: Autor

3.8.4 Número de hojas

Para esta variable se realizó el conteo de todas las hojas totalmente expandidas de la planta, y se contabilizó el estado de desarrollo de la hoja cigarro hasta la parición (Figura 6).



Figura 8. Número de Hojas

Fuente: Autor

3.8.5 Longitud de hojas

Se procede medir el largo de la primera hoja de todas las plantas. Para esta variable se utilizó un flexómetro midiendo desde la unión del limbo con la vaina hasta el ápice de la hoja en “cm” (Figura 7).



Figura 9. Longitud de la Hoja

Fuente: Autor

3.8.6 Ancho de la hoja

Se procede medir el ancho de la primera hoja de todas las plantas. Para esta variable se utilizó un flexómetro midiendo la parte media de la hoja en “cm” (Figura 8).



Figura 10. Ancho de la Hoja

Fuente: Autor

3.8.7 Número de raíces

Se contabilizaron el número las raíces de tres plantas seleccionadas al azar por cada tratamiento a los tres meses después de la siembra.

3.8.8 Longitud de raíz

Una vez finalizado la investigación a los tres meses se procedió a extraer nueve plantas seleccionadas al azar, se procedió a tomar la longitud de las raíces funcionales, con la ayuda de un flexómetro desde la base del rizoma hasta la punta de la raíz en “cm” y se expresó el promedio de todas longitudes de las raíces (Figura 9).



Figura 11. Longitud de raíz

Fuente: Autor

3.8.9 Peso de raíces

Se procedió con las mismas raíces funcionales anteriores a pesarla previamente lavadas y escurridas, para luego a pesar en una balanza las raíces cuya medición esta expresada en gramos (Figura 10)



Figura 12. Peso de raíces

Fuente: Autor

3.8.10 Peso fresco de la planta

Una vez finalizada la investigación se extrajo tres plantas por tratamiento, se lavaron las raíces y se realizó el pesado de las plantas de banano sin suelo, cortadas y separadas en raíz, pseudotallo y hojas. Los datos fueron tomados cuando las plantas tenían 3 meses de edad desde su siembra (Figura 12)



Figura 13. Peso fresco de la planta

Fuente: Autor

3.8.11 Peso seco de la planta

Las plantas sacrificadas en la variable anterior fueron llevadas a la estufa por 24 horas a una temperatura de 85°C para luego ser pesadas en una gramera (Figura 15).



Figura 14. Peso seco de la planta

Fuente: Autor

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Porcentaje de brotación

Los promedios presentados corresponden al porcentaje de brotes por cormos de banano en diferentes sustratos orgánicos.

En la Tabla 5, nos permite observar que el T1 (suelo + cascarilla de arroz + carbón) obtuvo 52 cormos brotados de 60 cormos sembrados durante las 12 semanas, en el T2 (suelo + turba vegetal + piedra pómez) obtuvo 52 cormos brotados de 60 cormos sembrados y en el T3 (suelo + materia orgánica + piedra pómez + aserrín fino) obtuvo 48 cormos brotados de 60 cormos sembrados

Tabla 5. Número y porcentaje de brotes de cormos de banano en diferentes sustratos orgánicos

Sustrato	N° cormos brotes	Porcentaje Brotes (%)
T1 (suelo + cascarilla de arroz + carbón)	52	86,67
T2 (suelo + turba vegetal + piedra pómez)	52	86,67
T3 (suelo + M.O + piedra pómez + aserrín fino)	48	80

Se obtuvieron los siguientes promedios de brotación; el tratamiento que tuvo mayor porcentaje de brotación fue el T1 (suelo + cascarilla de arroz + carbón) y T2 (suelo + turba vegetal + piedra pómez) con 86,67% y el tratamiento con menor fue el T3 (suelo + materia orgánica + piedra pómez + aserrín fino) con 80% de potencial de generación de brotes tal como se muestra en el Gráfico 1.

En una investigación realizada por Favaro, Buyatti, & Acosta, (2002), explica que los cormos de banano al ser sembrado con turba presentan porcentajes de brotación menores e incluso iguales y lo mismo sucedió con el aserrín que presentaron brotes menores.

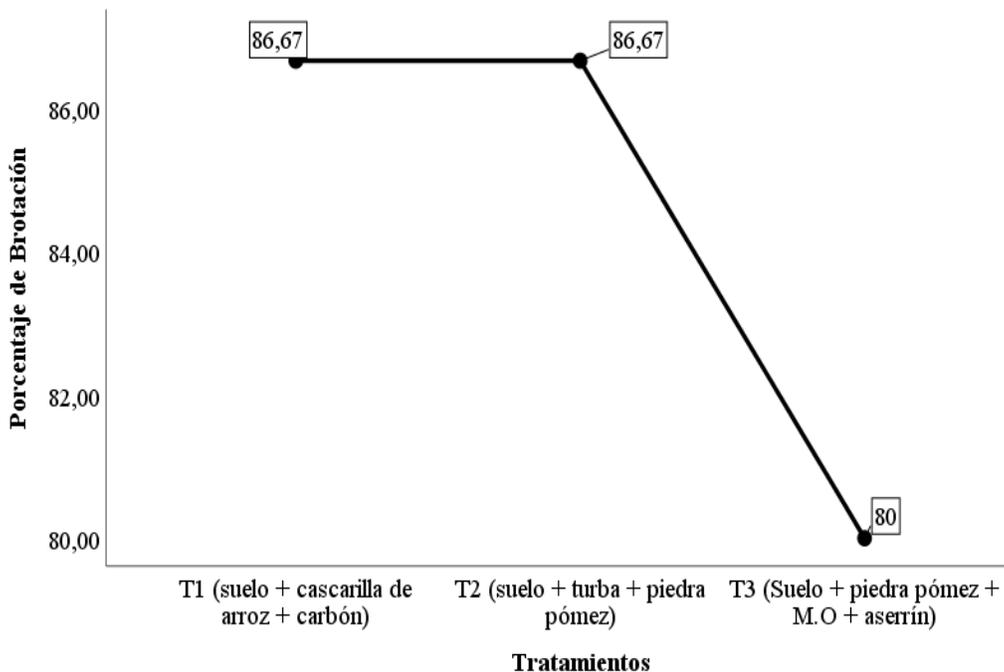


Gráfico 1. Porcentaje de brotes

4.2 Altura de planta

El análisis de varianza de altura de planta, se puede observar en la Tabla 6, durante los 30 y 90 días, evaluados la variable no presenta diferencia significativa ($p > 0,05$) con un p-valor de 0,062 y 0,226. Así mismo, a los 60 días; se nota diferencia significativa ($p < 0,05$) con un p-valor de 0,000 en los días evaluados, respectivamente indicando que un sustrato proporciona un mejor crecimiento en altura.

Tabla 6. Análisis de varianza de altura de plantas a los 30, 60 y 90 días.

Variable	Sig.
Altura a los 30 días	,062
Altura a los 60 días	,000
Altura a los 90 días	,226

En el Gráfico 2 se puede observar los resultados en la utilización de sustratos orgánicos, el mejor resultado se obtuvo en el T2 (54% Suelo limoso + 8% turba vegetal + 38% piedra pómez), con el cual, la altura de planta con un promedio de 0,83 cm a los 30 días, 8,48 cm a los 60 días y

12,88 a los 90 días, mientras tanto que el T1 (79% Suelo limoso + 12% cascarilla de arroz + 9% carbón) con una media de 0,35 cm a los 30 días, 4,67 cm a los 60 días y 12,03 cm a los 90 días en cambio el menor valor fue el T3 (41% Suelo limoso + 28% piedra pómez + 39% materia orgánica + 2% aserrín fino) con 0,24 cm a los 30 días, 5,04 cm a los 60 días y 10,73 cm a los 90 días; por lo que permite afirmar que el T2 es el apropiado, con lo cual los cormos de banano alcanzan un mayor altura, concordando con Pérez & Montealegre, (2000), indica que las plantas alcanzaron mayor altura y buen vigor que esta relacionado al uso de la turba en fase de vivero por otro lado, Cobeña & López (2018) nos muestra menores alturas con la mezcla de aserrín.

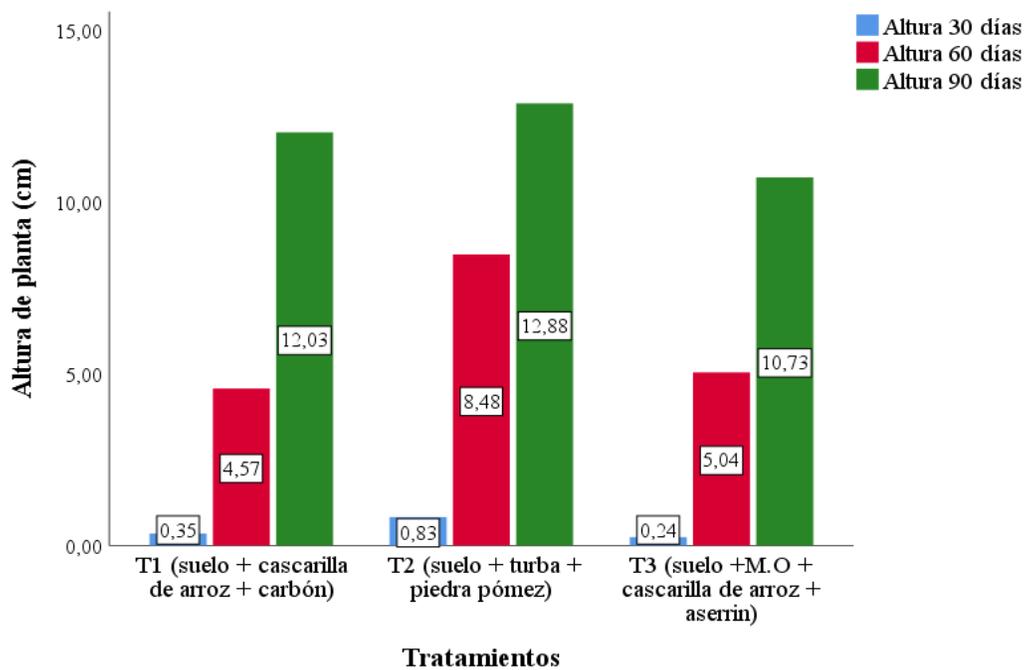


Gráfico 2. Altura de planta a los 30, 60 y 90 días en diferentes tratamientos.

En la Tabla 7 se observa que la mayor altura de planta se encontró en el T2 durante las 12 semanas y el menor valor en los T1 y T3 durante la tercera semana.

Tabla 7. Efectos de sustratos sobre altura de la planta durante la fase de vivero (90 días)

Trat.	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
T1	0,00	0,00	0,05	0,35	0,82	1,94	3,20	4,57	6,24	8,62	10,40	12,03
T2	0,02	0,09	0,30	0,83	1,62	4,13	5,97	8,48	9,70	11,01	11,85	12,88
T3	0,00	0,00	0,03	0,24	0,55	1,24	2,7	5,04	6,70	8,52	9,55	10,73

En el Gráfico 3 se observa la curva de crecimiento indicando que el T2 (54% Suelo limoso + 8% turba vegetal + 38% piedra pómez) fue el que tuvo mejor comportamiento durante todo el ciclo del cultivo, en tanto que el tratamiento que menores efectos tuvo en altura de planta correspondió al T3 (41% Suelo limoso + 28% piedra pómez + 39% materia orgánica + 2% aserrín fino). Debe destacarse que los tratamientos T1 y T3, tienen diferentes alturas, siendo que el T2 en los periodos iniciales y finales llegando ser el mejor tratamiento en crecimiento hasta lograr su establecimiento por efecto de su desarrollo radicular que cumple la función de absorción de agua y nutrientes.

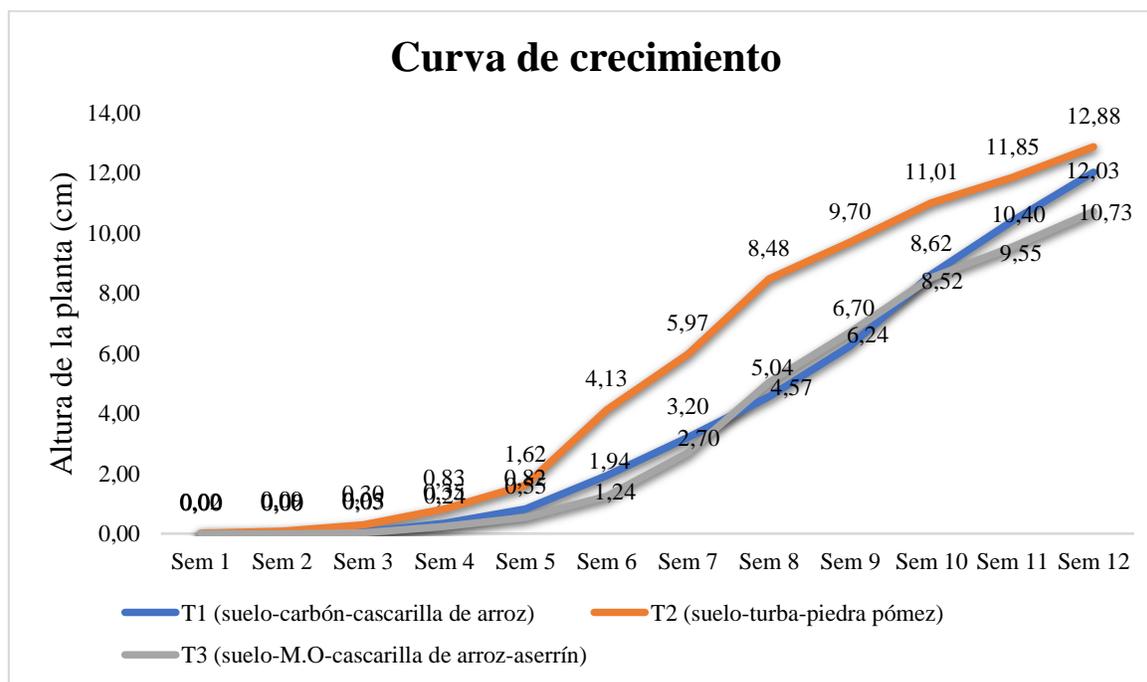


Gráfico 3. Curva de crecimiento vegetativo del cultivo de banano en diferentes sustratos.

4.3 Diámetro del pseudotallo

El análisis de varianza del ancho de la hoja, se puede observar en la Tabla 8, durante los 30 y 90 días evaluados, la variable no presenta diferencia significativa ($p > 0,05$) con un p-valor de 0,072 y 0,525. Así mismo, al día 60, presenta diferencia significativa ($p < 0,05$) con un p-valor de 0,003 en los días evaluados respectivamente.

Tabla 8. Análisis de varianza del diámetro del pseudotallo a los 30, 60 y 90 días.

Variable	Sig.
Diámetro del pseudotallo a los 30 días	,072
Diámetro del pseudotallo a los 60 días	,003
Diámetro del pseudotallo a los 90 días	,525

En el Gráfico 4 se puede observar los resultados en la utilización de sustratos orgánicos, el mejor resultado se obtuvo en el T2 (54% Suelo limoso + 8% turba vegetal + 38% piedra pómez), con el cual, el grosor del pseudotallo con un promedio de 0,14 cm a los 30 días, 0,96 cm a los 60 días y 1,54 cm a los 90 días, mientras tanto que el T1 (79% Suelo limoso + 12% cascarilla de arroz + 9% carbón) con una media de 0,05 cm a los 30 días, 0,56 cm a los 60 días y 1,52 cm a los 90 días en cambio el menor valor fue el T3 (41% Suelo limoso + 28% piedra pómez + 39% materia orgánica + 2% aserrín fino) con 0,05 cm a los 30 días, con 0,67 cm a los 60 días y 1,40 cm a los 90 días; por lo que permite afirmar que el T2 es el apropiado con lo cual los cormos de banano alcanzan un mayor diámetro confirmando con Ortega, Sánchez, Díaz, & Ocampo, (2010), donde manifiesta que el uso de la turba favorece el crecimiento y presenta plantas de mayor diámetro en fase de vivero por otro lado Cabanilla, (2005) presentó un menor diámetro de pseudotallo en aserrín.

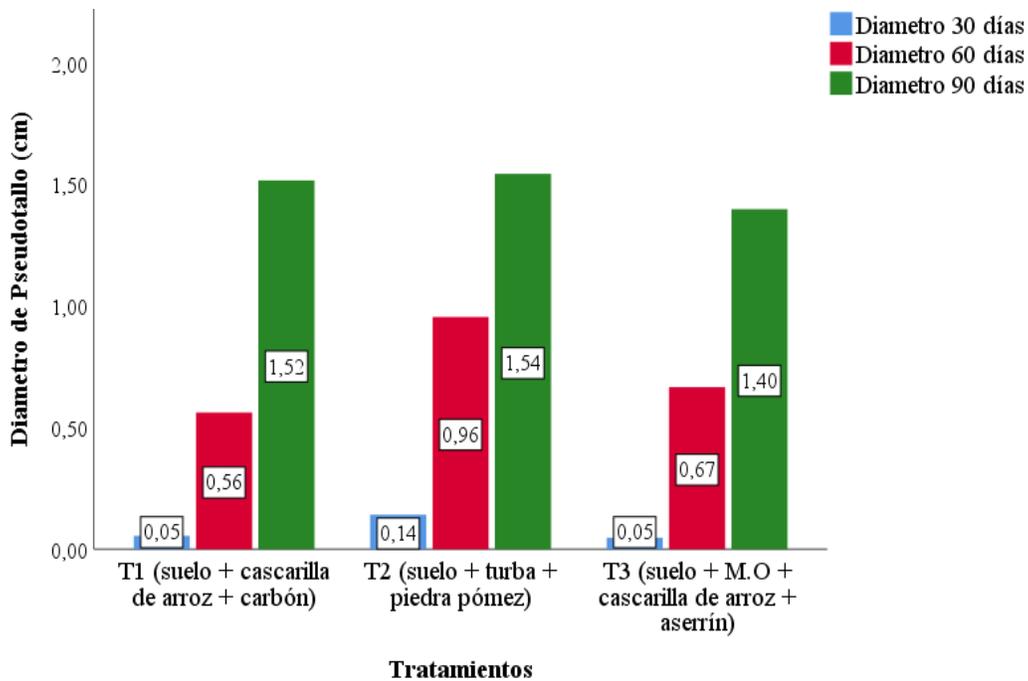


Gráfico 4. Diámetro del pseudotallo a los 30, 60 y 90 días.

4.4 Número de hojas

El análisis de varianza para el número de hojas, se puede observar en la Tabla 9, durante los 30, 60 y 90 días evaluados, la variable presenta diferencia significativa ($p < 0,05$) con un p-valor de 0,037; 0,000 y 0,060 en los días evaluados respectivamente.

Tabla 9. Análisis de varianza del número de hojas a los 30, 60 y 90 días.

Variable	Sig.
Número de hoja a los 30 días	,037
Número de hoja a los 60 días	,000
Número de hoja a los 90 días	,060

En el Gráfico 5 se puede observar los resultados en la utilización de sustratos orgánicos el mejor resultado se obtuvo en el T2 (54% Suelo limoso + 8% turba vegetal + 38% piedra pómez), con el cual, el número de hojas con un promedio de 0,13 hojas a los 30 días, 1,61 hojas a los 60 días y 3,60 hojas a los 90 días, mientras tanto que el T1 (79% Suelo limoso + 12% cascarilla de arroz +

9% carbón) con una media de 0,03 hojas a los 30 días, 0,81 hojas a los 60 días y 2,90 hojas a los 90 días en cambio el menor valor fue el T3 (41% Suelo limoso + 28% piedra pómez + 39% materia orgánica + 2% aserrín fino) con 0,03 hojas a los 30 días, 0,75 hojas a los 60 días y 2,92 hojas a los 90 días; por lo que permite afirmar que el T2 es el apropiado, obteniendo mayor número de hojas.

Ilbay, (2012), señala que el sustrato de la turba producen más número de hojas para el desarrollo de las plántulas en fase de vivero por otro lado, Neutzling entre otros (2018) que obtuvo un menor número de hojas con el uso de cascarilla de arroz utilizado como sustrato.

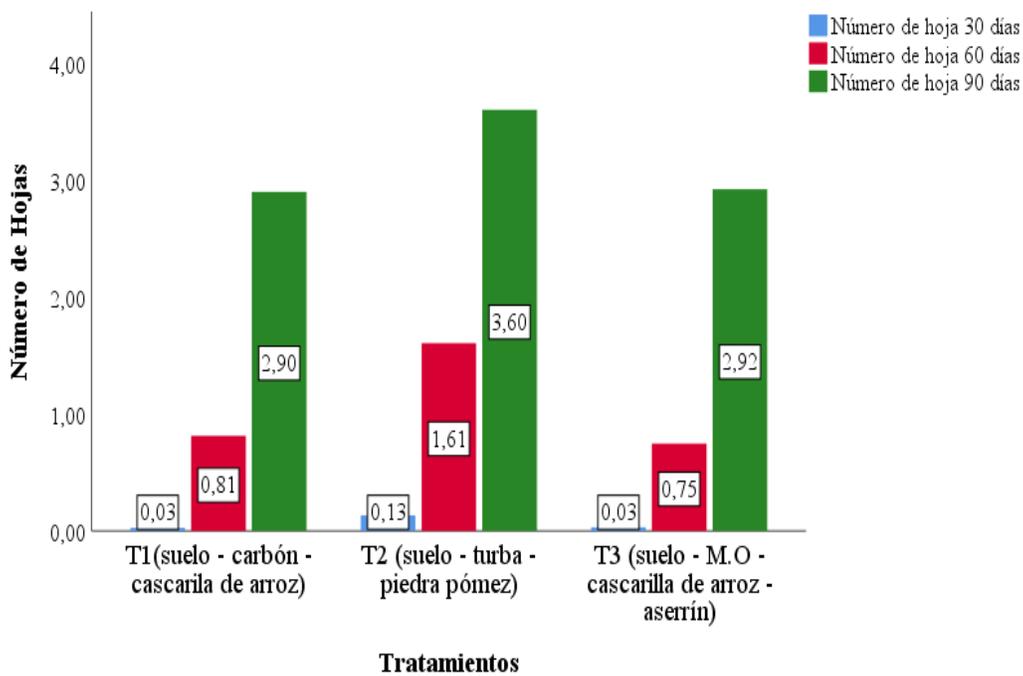


Gráfico 5. Número de Hojas a los 30, 60 y 90 días.

4.5 Longitud de la hoja

El análisis de varianza del ancho de la hoja, se puede observar en la Tabla 10, durante los 30 y 90 días evaluados, la variable no presenta diferencia significativa ($p > 0,05$) con un p-valor de 0,279 y 0,371. Así mismo, al día 60, presenta diferencia significativa ($p < 0,05$) con un p-valor de 0,000 en los días evaluados respectivamente.

Tabla 10. Análisis de varianza de la longitud de la hoja a los 30, 60 y 90 días

Variable	Sig.
Longitud de la hoja a los 30 días	,279
Longitud de la hoja a los 60 días	,000
Largo de la hoja a los 90 días	,371

En el Gráfico 6 se puede observar los resultados en la utilización de sustratos orgánicos, el mejor resultado se obtuvo en el T2 (54% Suelo limoso + 8% turba vegetal + 38% piedra pómez), con el cual, el largo de la hoja con un promedio de 0,41 cm a los 30 días, 12,04 cm a los 60 días y 21,36 cm a los 90 días, mientras tanto que el T1 (79% Suelo limoso + 12% cascarilla de arroz + 9% carbón) con una media de 0,00 cm a los 30 días, 6,60 cm a los 60 días y 19,91 cm a los 90 días en cambio el menor valor fue el T3 (41% Suelo limoso + 28% piedra pómez + 39% materia orgánica + 2% aserrín fino) con 0,13 cm a los 30 días, con 4,95 cm a los 60 días y 18,49 cm a los 90 días; por lo que permite afirmar que el T2 es el apropiado con lo cual los cormos de banano obteniendo mayor longitud de hojas. Según Ayuque & Inga, (2019), presenta mayor longitud de raíces por cormo por lo que se concuerda en su investigación, logrando valores muy similares.

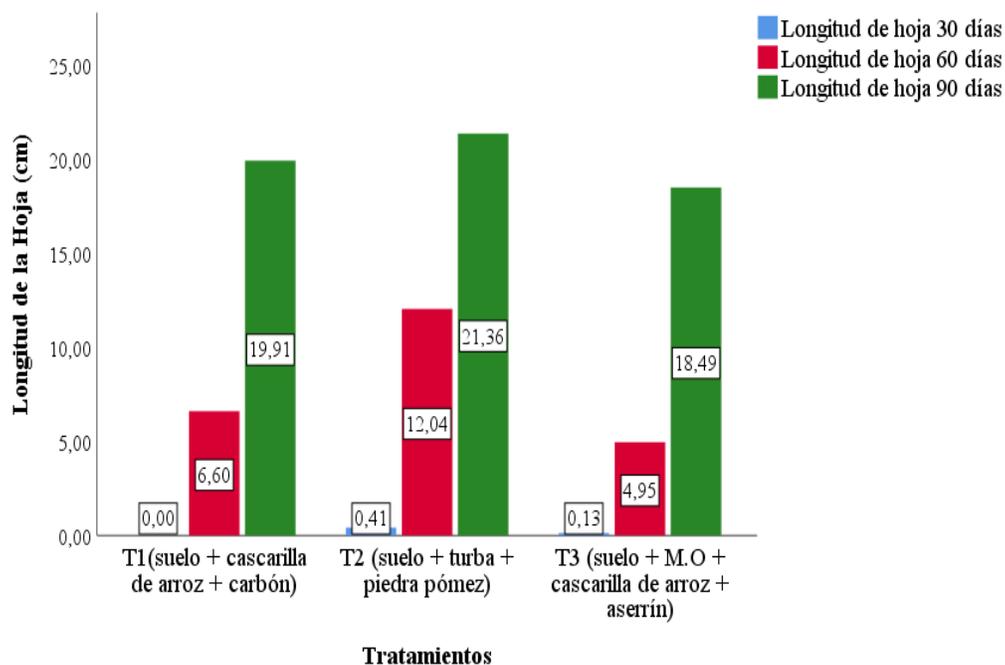


Gráfico 6. Longitud de la hoja a los 30, 60 y 90 días.

4.6 Ancho de la hoja

El análisis de varianza del ancho de la hoja, se puede observar en la Tabla 11, durante los 30 y 90 días evaluados, la variable no presenta diferencia significativa ($p > 0,05$) con un p-valor de 0,237 y 0,232. Así mismo, al día 60, presenta diferencia significativa ($p < 0,05$) con un p-valor de 0,000 en los días evaluados respectivamente.

Tabla 11. Análisis de varianza el ancho de la hoja a los 30, 60 y 90 días.

Variable	Sig.
Ancho de la hoja a los 30 días	,237
Ancho de la hoja a los 60 días	,000
Ancho de la hoja a los 90 días	,232

En el Gráfico 7 se puede observar los resultados en la utilización de sustratos orgánicos, el mejor resultado se obtuvo en el T2 (54% Suelo limoso + 8% turba vegetal + 38% piedra pómez), con el cual, el ancho de la hoja con un promedio de 0,18 cm a los 30 días, 5,97 cm a los 60 días y 10,32 cm a los 90 días, mientras tanto que el T1 (79% Suelo limoso + 12% cascarilla de arroz + 9% carbón) una media de 0,00 cm a los 30 días, 3,35 cm a los 60 días y 9,97 cm a los 90 días en cambio el menor valor fue el T3 (41% Suelo limoso + 28% piedra pómez + 39% materia orgánica + 2% aserrín fino) con 0,04 cm a los 30 días, con 2,45 cm a los 60 días y 8,69 cm a los 90 días; por lo que permite afirmar que el T2 es el apropiado con lo cual los cormos de banano obteniendo mayor ancho de la hoja.

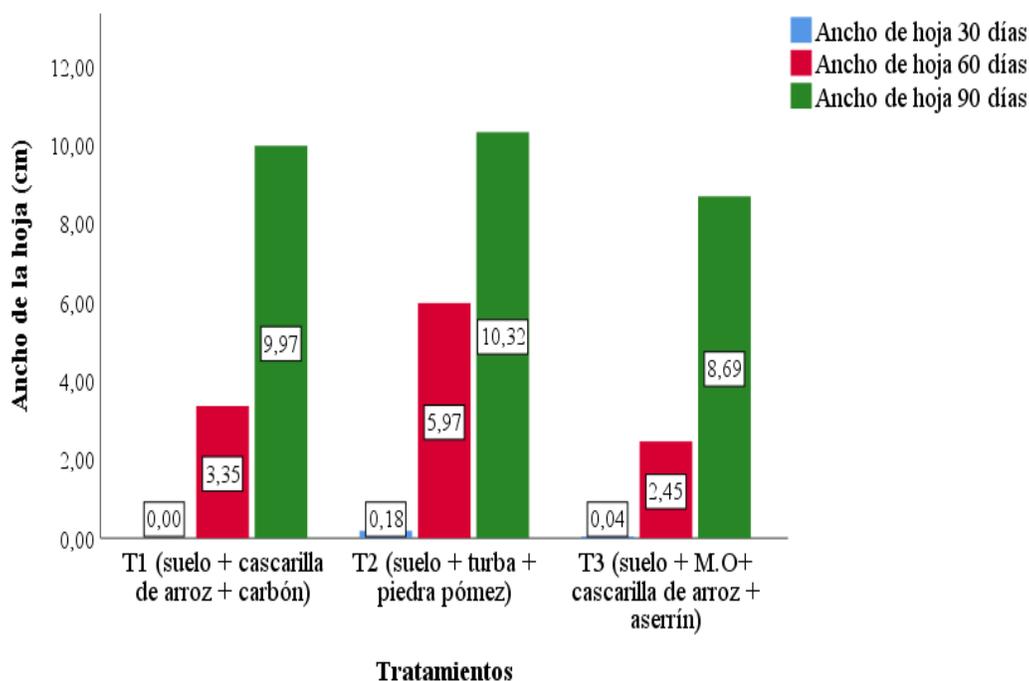


Gráfico 7. Ancho de la hoja a los 30, 60 y 90 días.

4.7 Número de raíces

El análisis de varianza del número de raíces se presenta en la Tabla 12, la variable obtuvo un p-valor de 0,946 por lo que se demuestra que no presenta diferencia significativa ($p > 0,05$) entre cada tratamiento evaluado.

Tabla 12. Análisis de varianza del número de raíces.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,222	2	,111	,056	,946
Dentro de grupos	12,000	6	2,000		
Total	12,222	8			

En el Gráfico 8 se puede observar que el mejor resultado se obtuvo en el T3 (41% Suelo limoso + 28% piedra pómez + 39% materia orgánica + 2% aserrín fino), con el cual, el número de raíces con un promedio de 2,7 raíces, mientras tanto que el T1 (79% Suelo limoso + 12% cascarilla de

arroz + 9% carbón) y T2 (54% Suelo limoso + 8% turba vegetal + 38% piedra pómez) con 2,3 de raíces; por lo que permite afirmar que el T3 es el apropiado, obteniendo mayor número de raíces.

Chom, Hazarika, Langthasa, Goswami, & Kalita, (2017), indica que obtuvieron mayor números de raíces con la mezclas de sustrato a base de cascarilla de arroz y aserrín puede estar relacionado a que se dan condiciones adecuadas de humedad y disponibilidad de nutrientes para el sistema radical de los cormos, por otro lado, Favaro, Buyatti, & Acosta, (2002), señala que el sustrato a base de turba, presentó un menor número de raíces, por lo cual podría deberse a dos factores, por un lado la carencia de nutrientes y en la menor posibilidad de retención de agua.

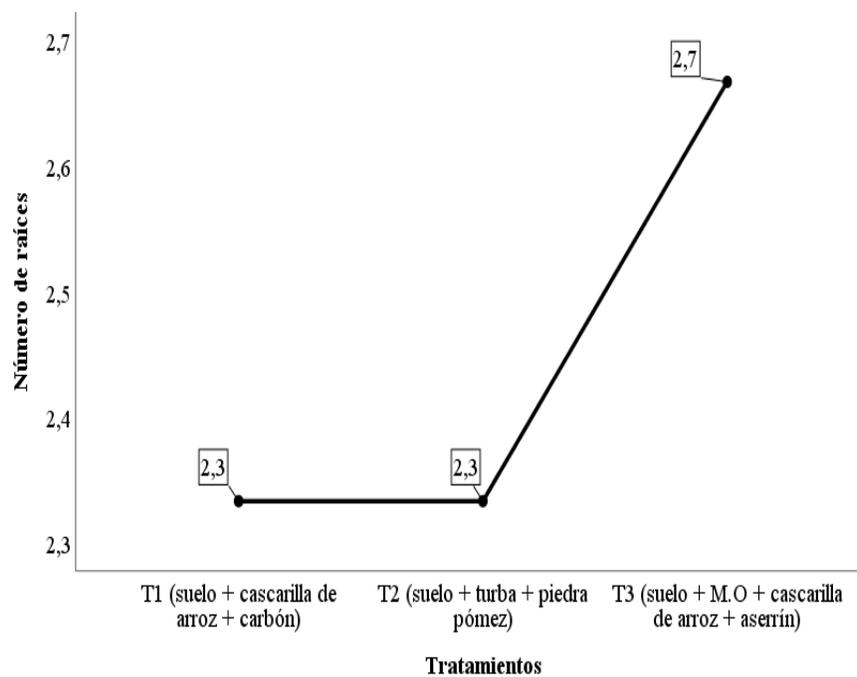


Gráfico 8. Número de raíces

4.8 Longitud de raíz

El análisis de varianza de la longitud de raíz se presenta en la Tabla 13, la variable obtuvo un p-valor de 0,628 por lo que se demuestra que no presenta diferencia significativa ($p > 0,05$) entre cada tratamiento evaluado.

Tabla 13. Análisis de varianza de la longitud de raíz.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	52,578	2	26,289	,504	,628
Dentro de grupos	313,200	6	52,200		
Total	365,777	8			

En la Gráfico 9 se puede observar que el mejor resultado se obtuvo en el T2 (54% Suelo limoso + 8% turba vegetal + 38% piedra pómez), con el cual, el largo de la raíz con un promedio de 11,25 cm mientras tanto que el T3 (41% Suelo limoso + 28% piedra pómez + 39% materia orgánica + 2% aserrín fino) con una media de 8,11 cm en cambio el menor valor fue el T1 (79% Suelo limoso + 12% cascarilla de arroz + 9% carbón) con 5,33 cm; por lo que permite afirmar que el T2 es el apropiado, reportando raíces de mayor longitud.

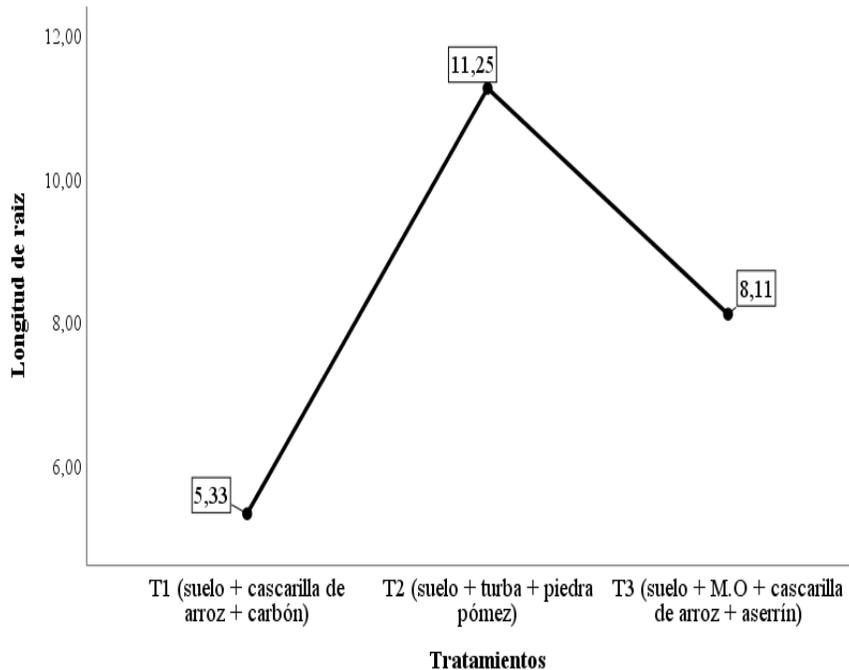


Gráfico 9. Longitud de raíz

4.9 Peso de raíz

El análisis de varianza de peso de raíz se presenta en la Tabla 14, la variable muestra un p-valor de 0,725; por lo tanto, no presenta diferencia significativa ($p > 0,05$) entre cada tratamiento evaluado.

Tabla 14. Análisis de varianza del peso de raíz.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5,862	2	2,931	,339	,725
Dentro de grupos	51,890	6	8,648		
Total	57,751	8			

En la Gráfico 10 se puede observar que el mejor resultado se obtuvo con el T2 (54% Suelo limoso + 8% turba vegetal + 38% piedra pómez), con el cual, el peso de raíces con un promedio de 4,86 g mientras tanto que el T3 (41% Suelo limoso + 28% piedra pómez + 39% materia orgánica + 2% aserrín fino) con una media de 3,85 g en cambio el menor valor fue el T1 (79% Suelo limoso + 12% cascarilla de arroz + 9% carbón) con 2,88 g; por lo que permite afirmar que el T2 es el apropiado, reportaron mayor peso en raíces.

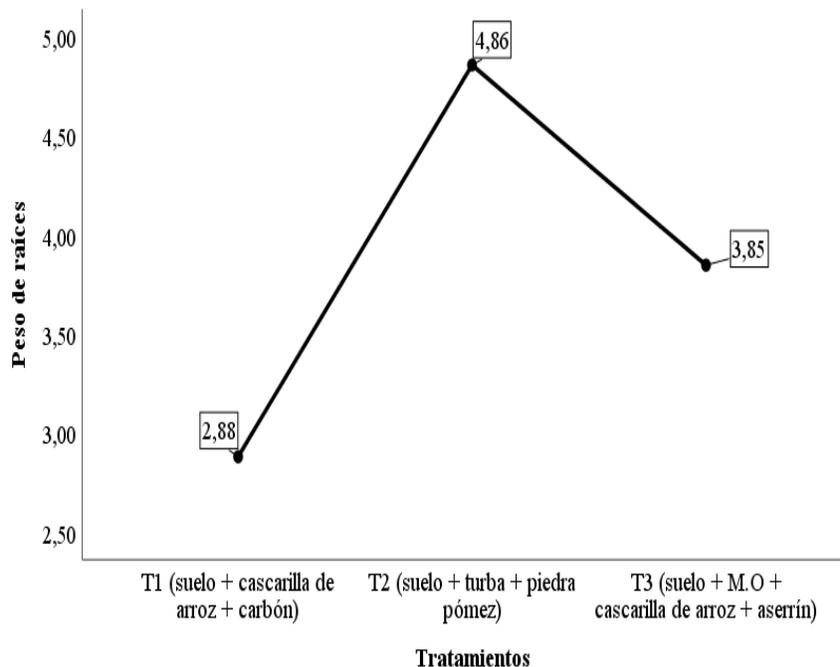


Gráfico 10. Peso de raíz

4.10 Peso fresco de la planta.

El análisis de varianza de peso fresco de la planta presenta en la Tabla 16, la variable muestra un p-valor de 0,984; por lo tanto, no presenta diferencia significativa ($p > 0,05$) entre cada tratamiento evaluado.

Tabla 15. Análisis de varianza del peso fresco de la planta.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	98,667	2	49,333	,016	,984
Dentro de grupos	18183,333	6	3030,556		
Total	18282,000	8			

En la Gráfico 11 se puede observar que el mejor resultado se obtuvo con el T1 (79% Suelo limoso + 12% cascarilla de arroz + 9% carbón), con el cual, el peso fresco de la planta con un promedio de 248,7 g mientras tanto que el T2 (54% Suelo limoso + 8% turba vegetal + 38% piedra

pómez), con una media de 242 g en cambio el menor valor fue el T3 (41% Suelo limoso + 28% piedra pómez + 39% materia orgánica + 2% aserrín fino) con 241,3 g.

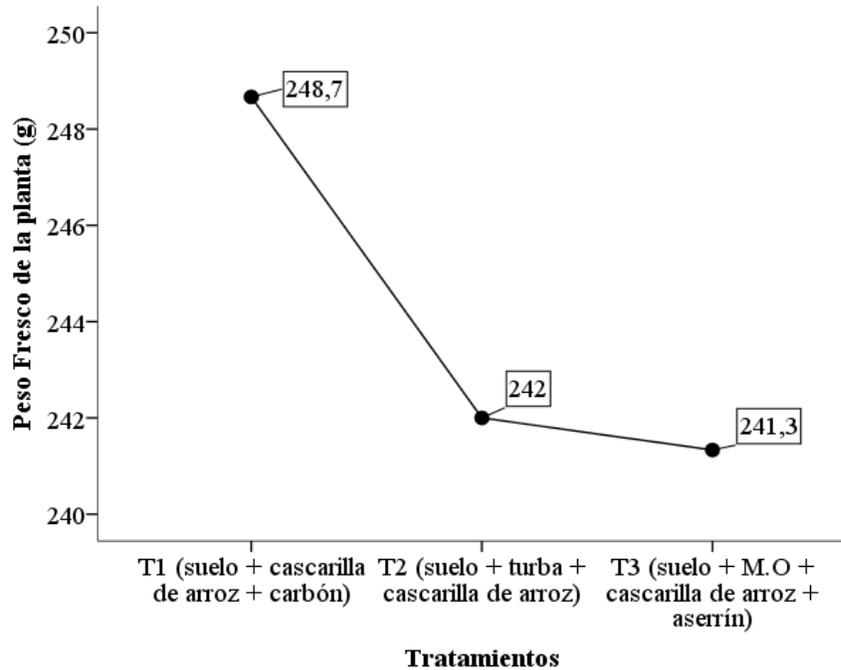


Gráfico 11. Peso fresco de la planta

4.11 Peso seco de la planta.

El análisis de varianza de peso seco de la planta presenta en la Tabla 17, la variable muestra un p-valor de 0,673; por lo tanto, no presenta diferencia significativa ($p > 0,05$) entre cada tratamiento evaluado.

Tabla 16. Análisis de varianza del peso seco de la planta.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1267,563	2	633,782	,424	,673
Dentro de grupos	8972,593	6	1495,432		
Total	10240,156	8			

En la Gráfico 12 se puede observar que el mejor resultado se obtuvo con el T1 (79% Suelo limoso + 12% cascarilla de arroz + 9% carbón), con el cual, el peso seco de la planta con un promedio de 77,92 g mientras tanto que el T2 (54% Suelo limoso + 8% turba vegetal + 38% piedra pómez), con una media de 75,49 g en cambio el menor valor fue el T3 (41% Suelo limoso + 28% piedra pómez + 39% materia orgánica + 2% aserrín fino) con 51,62 g.

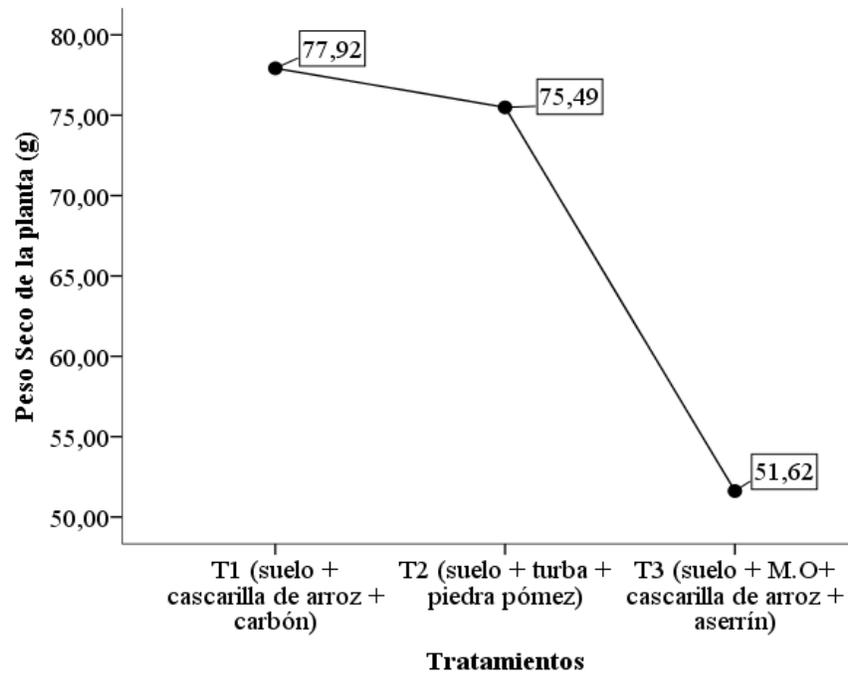


Gráfico 12. Peso seco de la planta

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

Estableciendo cuál de los sustratos preparados tuvo mayor porcentaje de número de brotes por cormos obtuvieron el T1 (79% Suelo limoso + 12% cascarilla de arroz + 9% carbón) y T2 (54% Suelo limoso + 8% turba vegetal + 38% piedra pómez) con 86,67% con resultado favorable en esta etapa, demostrando gran adaptabilidad que aportó cada sustrato en el medio de desarrollo.

La identificación al mejor sustrato para la producción de cormos de banano realizado en vivero fue el T2, cuyos resultados obtenidos es mayor altura de plantas con 12,88 cm, mayor diámetro con 1,54 cm, mayor longitud de hoja con 21,36 cm, ancho de hoja con 10,32 cm y mayor número de hojas con 3,6 logrado a los 84 días, favoreciendo a los parámetros morfológicos de la planta.

El desarrollo del sistema radicular de los cormos fue mayor en el T2 (54% Suelo limoso + 8% turba vegetal + 38% piedra pómez), registrando raíces con una longitud de 11,25 cm, con un peso de raíces de 4,86 g.

El mayor número de raíces por corno fue 2,7 en el T3 (41% Suelo limoso + 28% piedra pómez + 39% materia orgánica + 2% aserrín fino). En las variables peso fresco y seco de planta destacó el T1 (79% Suelo limoso + 12% cascarilla de arroz + 9% carbón).

6. RECOMENDACIONES

En base a los resultados de esta investigación se recomienda utilizar el T2 (54% Suelo limoso + 8% turba vegetal + 38% piedra pómez) porque muestra mejores resultados en la germinación y desarrollo de los cormos de banano en el vivero, con mayor altura, diámetro del pseudotallo, número de hojas, longitud – ancho de hoja y sistema radicular más desarrollado, con raíces de mejor peso y longitud, esto se debe al contenido de turba vegetal y piedra pómez siendo el más adecuado con el fin de proveer un mejor sustrato que permita el desarrollo de plántulas vigorosas y con un sistema radical óptimo para su desarrollo y mejores características.

Con los resultados obtenidos del tratamiento dos se recomienda variar los porcentajes utilizados en el sustrato; con el fin de estudiar si existe un mejor desarrollo que permitan obtener plántulas de mayor vigor descrito en esta investigación.

La adaptabilidad mostrada en los cormos de banano en los sustratos utilizados en la investigación deja como base para seguir estudiando y realizar más investigaciones con otros tipos de sustratos.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, A. P., Cruz, H. J., & Taboada, G. O. (2020). Abonos orgánicos comerciales, estiércoles locales y fertilización química en la producción de plántula de chile poblano. *Revista fitotecnica mexicana*, 43(1), 35-44. doi:<https://doi.org/10.35196/rfm.2020.1.35>
- Agrocalidad. (2016). *MANUAL DE APLICABILIDAD DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS PARA BANANO*. Quito: MAGAP. Obtenido de <https://agroecuador.org/images/pdfs/buenas-practicas/agric/Manuales-de-aplicabilidad-de-BPA-para-Banano.pdf>
- Ayuque, B. L., & Inga, L. J. (2019). *Aplicación de bioregulador en la propagación vegetativa en variedades de banano (Musa paradisiaca L.) en cámara térmica – Distrito de San Ramón - Chanchamayo*. La Merced - Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Obtenido de http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1738/1/T026_71879666_T.pdf
- Bar, T. A., Saha, U. K., Raviv, M., & Tuller, M. (2019). Inorganic and synthetic organic components of soilless culture and potting mixes. *Revista Soilless Culture: Theory and Practice, segunda edición*, 259-301. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63696-6.00007-4>
- Barrera, J. V., Barraza, F. A., & Campo, R. A. (2016). Efecto del sombrero sobre la Sigatoka negra (mycosphaerella fijiensis morelet) en cultivo de plátano cv hartón (musa aab simmonds). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 19(2), 317-323. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262016000200008&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Barrera, V. J., Cardona, A. C., & Cayón, S. D. (2011). *El cultivo de plátano (Musa AAB Simmonds): ecofisiología y manejo cultural sostenible*. (Primera ed.). Colombia: Zenú. Obtenido de <https://editorialzenu.com/images/1467833541.pdf>
- Blasco, L. G., & Gómez, M. F. (2014). Propiedades funcionales del plátano (Musa sp). *Revista Médica de La Universidad Veracruzana*, 14(2), 22-26. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDREVISTA=220&IDARTICULO=61315&IDPUBLICACION=6082>

- Caballero, S. J., Ovando, S. S., Núñez, R. E., & Aguilar, C. F. (2020). Sustratos alternativos para la producción de plántulas de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en Chiapas. *Revista Siembra*, 7(2), 14-21. Obtenido de <https://doi.org/10.29166/siembra.v7i2.1916>
- Cabanilla, B. E. (2005). *Evaluación del efecto de Mycoral® en el desarrollo de meristemas de banano en tres sustratos y dos dosis de fertilización en vivero en Honduras*. Zamorano, Honduras.
- Capa, B. L., Alaña, C. T., & Benítez, N. R. (2016). Importancia de la producción de banano orgánico. Caso: Provincia El Oro, Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(3), 64-71. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000300008&lng=es&tlng=es
- Carriel, O. J. (2020). *Efecto de la nutrición translaminar en el comportamiento agronómico del cultivo de banano (musa x paradisiaca Var. Williams) en el cantón Valencia*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5985/1/T-UTEQ-00276.pdf>
- Cha, J. S., Park, S. H., Jung, S. C., Ryun, C., Jeon, J. K., Shin, M. C., & Park, Y. K. (2016). Production and utilization of biochar: A review. *Revista Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 40, 1-15. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jiec.2016.06.002>
- Chom, T. S., Hazarika, D. N., Langthasa, S., Goswami, R. K., & Kalita, M. K. (2017). Standardization of Growing Media for Macropropagation of Malbhog (AAB) Banana. *Revista International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 5(4), 597-599. Obtenido de https://ijair.org/administrator/components/com_jresearch/files/publications/IJAIR_2231_FINAL.pdf
- Cobeña, V. C., & López, S. L. (2018). *Efecto de varios sustratos sobre la proliferación de plántulas de plátano propagado en cámara térmica*. Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí. Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/875/1/TTA8.pdf>
- Conceição, P. C., Boeni, M., Bayer, C., Dieckow, J., Salton, J. C., & Sacramento, d. R. (2015). Eficiência de Soluções Densas no Fracionamento Físico da Matéria Orgânica do Solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 39(2), 490-497. doi:<https://doi.org/10.1590/01000683rbc20140447>

- Cruz, R. N., Canchignia, M. H., Morante, C. J., Nieto, R. E., Cruz, R. E., & Cabrera, C. D. (2016). In vitro propagation of the Orito banana cultivar (*Musa acuminata* AA). *Revista Biotecnología Aplicada*, 33(4), 4201-4204. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-28522016000400001
- Escalante, R. A., Pérez, L. G., Hidalgo, M. C., López, C. J., Campo, A. J., Esteban, V. P., & Etchevers, B. J. (2016). Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo. *Revista Terra Latinoamericana*, 34(2), 367-382. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v34n3/2395-8030-tl-34-03-00367.pdf>
- Estrada, M. E., & Encalada, N. L. (2017). Producción de banano orgánico, una experiencia exitosa en La sabana del cantón pasaje, provincia El Oro, Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 5(1), 21-27. Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/137>
- FAO. (2020). *Perspectivas a mediano plazo: Perspectivas para la producción y el comercio mundial de bananos y frutas tropicales 2019-2028*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Obtenido de <http://www.fao.org/3/ca7568es/ca7568es.pdf>
- FAOSTAT. (2019). *Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>
- Favaro, J. C., Buyatti, M. A., & Acosta, M. R. (2002). Evaluación de sustratos a base de serrín de Salicáceas (*Salix* sp.) compostados para la producción de plantones. *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg*, 17(3), 367-373. Obtenido de http://www.inia.es/gcontrec/pub/favaro_1161158946625.pdf
- Fiallos, O. L., Flores, M. L., Duchi, D. N., Flores, M. C., Baño, A. D., & Estrada, O. L. (2015). Restauración ecológica del suelo aplicando biochar (carbón vegetal), y su efecto en la producción de *Medicago sativa*. *Revista Ciencia Y Agricultura*, 12(2), 13-20. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560058661006>
- Galan, V., Rangel, A., Lopez, J., Perez, J., Sandoval, J., & Souza, H. (2018). Propagación del banano: técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40(4), 1-22. doi:<https://doi.org/10.1590/0100-29452018574>
- Gallardo, V. P. (2018). "Evaluación de la dosificación de dos activos biológicos (bioprot y biofun) en el proceso de descomposición de sustrato de corteza de pino (*pinus radiata*), en el sector

- los ángeles, parroquia patricia pilar, cantón buena fé, provincia de los ríos*". Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10366/1/33T0201.pdf>
- García, R. J., Marcillo, P. A., & Palacios, S. C. (2019). Amenazas de las manchas foliares de Sigatoka, (*Mycosphaerella* spp.) en la producción sostenible de banano en el Ecuador. *Revista Verde de Agroecología e Desenvolvimento Sustentável*, 14(5), 591-596. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7266829>
- Gómez, G. A. (2008). *Manual de manejo de las diferentes etapas de producción de banano de exportación*. Guadalajara: Unidad de Ciencias y Tecnología. Guadalajara de Buga: Instituto Técnico Agrícola. Obtenido de <http://www.gipag.org/archivos/banano.pdf>
- Guzhñay, G. E. (2017). *Análisis del uso de la hoja de plátano (Musa paradisiaca) en la gastronomía del cantón General Antonio Elizalde (Bucay), provincia del Guayas*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/30742/1/TESIS%20Gs.%20252%20-%20uso%20de%20la%20hoja%20de%20platan.pdf>
- Hernandez, Z. L., Aldrete, A., Ordaz, C. V., López, U. J., & López, L. M. (2014). Crecimiento de *Pinus montezumae* Lamb. en vivero influenciado por diferentes mezclas de sustratos. *Revista Agrociencia*, 48(6), 627-637. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952014000600005
- Ilbay, I. L. (2012). *EVALUACIÓN DE SUSTRATOS ORGÁNICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE BRÓCOLI (Brassica oleracea Var. Itálica)*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3173/1/Tesis-32agr.pdf>
- Infoagro. (2011). *El cultivo del banano*. Obtenido de https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_platano__banano_.asp
- Intagri. (2018). *Requerimientos de Clima y Suelos para el Cultivo de Banano*. Mexico: Serie Frutales Artículos Técnicos de INTAGRI. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/frutales/requerimientos-de-clima-y-suelo-para-el-cultivo-de-banano>

- López, V. E., Orozco, M. L., Montejo, S. I., & Méndez, d. L. (2018). *Tomate: evaluación de materia orgánica para su cultivo bajo condiciones de macrotúnel, en dos localidades del departamento de San Marco*. Guatemala. Obtenido de http://investigacion.cusam.edu.gt/wp-content/uploads/2019/02/InformeFinal_TomateMateriaOrg%C3%A1nica_EduardoBenjam%C3%ADn.pdf
- Luna, F. J. (2017). *Sustratos, Soluciones nutritivas e intensidad de raleo de frutos en la producción y calidad de Tomate Cherry en Hidroponía*. Nayarit: Universidad Autónoma De Nayarit. Obtenido de http://aramara.uan.mx:8080/bitstream/123456789/2321/1/SUSTRATOS%2c%20SOLUCIONES%20NUTRITIVAS%20E%20INTENSIDAD%20DE%20RALEO%20DE%20FRUTOS%20EN%20LA%20PRODUCCION%20Y%20CALIDAD%20DE%20TOMATE%20CHERRY%20EN%20HIDROPONIA_compressed.pdf
- Mafla, A. (2009). Uso de la cascarilla de arroz como material alternativo en la construcción. *Revista INVENTUM*, 4(6), 74-78. doi:<https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.4.6.2009.74-78>
- Maresca, A. (2016). Producción y Comercio de Banano Orgánico en América Latina: La Experiencia de Transición Agrícola Costarricense. *Temas De Nuestra América. Revista De Estudios Latinoamericanos*, 19(39), 29-46. Obtenido de <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/tdna/article/view/8346/9388>
- Martínez, A. M., & Cayón, D. G. (2011). Dinámica del Crecimiento y Desarrollo del Banano (Musa AAA Simmonds cvs. Gran Enano y Valery). *Revista Facultad Nacional de Agronomía – Medellín*, 64(2), 6055-6064. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179922664003>
- Martínez, R. A., & Caiza, S. P. (2015). Fabricación de hormigones livianos con materiales volcanoclásticos (lapilli) y su influencia en la reducción de fuerzas sísmicas. *Revista Ciencia*, 17(1), 21-40. Obtenido de <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/ciencia/article/view/509/416>
- Mejía, C. G. (2018). *Cultivo de Plátano (Musa paradisiaca)*. Arce, El Salvador: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Obtenido de http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Guia%20Centa_Platano%202019.pdf

- Mejia, S. J. (2007). *Producción de pinus patula Schl. Et Cham. En sustratos a base de aserrín crudo y dosis de fertilización*. Universidad Autónoma del Estado Hidalgo. Obtenido de <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/1627/Producci%F3n%20de%20pinus%20patula%20Schl.%20Et%20Cham.%20En%20sustratos%20a%20base%20de%20aserr%EDn%20crudo%20y%20dosis%20de%20fertilizaci%F3n.pdf?sequence=1>
- Ministerio de Comercio Exterior del Ecuador. (2017). *Informe sobre el sector bananero ecuatoriano*. Quito: Ministerio de Comercio Exterior del Ecuador. Obtenido de <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Informe-sector-bananero-esp%C3%B1ol-04dic17.pdf>
- Muñoz, B. D., & Villalobos, M. J. (2015). Caracterización física de materias primas de origen vegetal y animales utilizadas en Costa Rica. *Revista Nutrición Animal Tropical*, 9(3), 8-12. Obtenido de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutrianimal/article/view/22278/22439>
- Navarro, P. F. (2020). *Efecto de la nutrición translaminar en las características del racimo de banano (musa aaa var. Williams) en el cantón Valencia*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5998/1/T-UTEQ-0284.pdf>
- Neutzling, C., Nogueira, P. R., Borges, S. C., Roberto, G. P., & Perin, L. (2018). Reuse of a raw rice husk substrate after tomato cultivation for the production of pickling cucumber hybrids (*Cucumis sativus* L.) in a leachate recirculation system. *Revista Colombiana De Ciencias Hortícola*, 12(3), 602-610. doi:<https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i3.7684>
- Ortega, M. L., Sánchez, O. J., Díaz, R. R., & Ocampo, M. J. (2010). Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*lycopersicum esculentum* mill). *Revista Ra Ximhai*, 6(3), 365-372. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/461/46116015005.pdf>
- Palomeque, J. D. (2015). *Análisis de la variación de las exportaciones de banano de Ecuador hacia los principales socios comerciales durante el periodo 2008-2013*. Cuenca: Universidad del Azuay. Obtenido de http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5236/1/11616_esp.pdf
- Patiño, M. A., Rodríguez, Y. G., Miranda, S. T., & Lemus, L. L. (2019). Efecto de fertilización y peso del corno sobre la multiplicación de semilla de bananito (*Musa AA*). *Revista Temas Agrarios*, 24(2), 139-146. doi:<https://doi.org/10.21897/rta.v24i2.1857>

- Pérez, A. O., & Montealegre, H. G. (2000). *Evaluación de tres sustratos para el desarrollo meristemos de bananos en el Vivero*. Universidad del Magdalena Facultad de Ciencias Económicas.
- Pineda, P. J., Sánchez, d. C., Moreno, P. E., Valdez, A. L., Castillo, G. A., Ramírez, A. A., & Vargas, C. J. (2019). Inmovilización y retención nutrimental en aserrín de pino como sustrato Agrícola. *Revista Terra Latinoamericana*, 37(3), 261-271. Obtenido de <https://www.terralatinoamericana.org.mx/index.php/terra/article/view/448/588>
- Ramos, A. D., Terry, A. E., Soto, C. F., Cabrera, R. A., Martín, A. G., & Fernández, C. L. (2016). Respuesta del cultivo del plátano a diferentes proporciones de suelo y Bocashi, complementadas con fertilizante mineral en etapa de vivero. *Revista Cultivos Tropicales*, 37(2), 165-174. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362016000200020
- Rao, S., Lu, Y., Huang, F., Cai, Y.-X., & Cai, K. Z. (2016). A review of researches on effects of biochars on soil microorganisms. *Revista Journal of Ecology and Rural Environment*, 32(1), 53-59. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/323589319_A_review_of_researches_on_effects_of_biochars_on_soil_microorganisms
- Rodríguez, C., Cayón, G., & Mira, J. J. (2006). Influencia del seudotallo de la planta madre cosechada sobre el crecimiento y producción del hijo de sucesión en banano (Musa AAA Simmonds). *Revista Agronomía Colombia*, 2, 276-279. Obtenido de <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=180316239009>
- Rojas, J., Vegas, U., & Domínguez, R. (2010). Núcleo para la producción rápida de semilla de banano orgánico en campo en el Perú. . *Memorias de la XIX Reunión Internacional* (pág. 210). Medellín, Colombia: ACORBAT.
- Saltos, Z. C. (2020). *Caracterización morfológica de un banco de germoplasma de banano cv. Williams proveniente de mutagénesis física en la Estación Experimental Tropical Pichilingue*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6089/1/T-UTEQ-0291.pdf>
- Soto, M. (1992). *Bananos cultivo y comercialización* (Vol. Vol. 2). San José, Costa Rica: Litografía e Imprenta LIL.

- Tenesaca, M. S. (2019). *Determinación de la dosis optima de biocarbón como enmienda edáfica en el cultivo de banano (Musa x Paradisiaca) Clon Williams*. Machala: Universidad Técnica de Machala. Obtenido de http://186.3.32.121/bitstream/48000/15165/1/DE00021_TRABAJODETITULACION.pdf
- Tipanluisa, L., Moreno, G., Guasumba, J., Celi, S., & Molina, J. (2015). Estudio experimental de la combustión de la cascarilla de arroz en una cámara de lecho fijo. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, 11, 37-43. Obtenido de <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/quimica/article/view/337>
- Torres, P., Segura, R., Sandoval, J. A., Ortega, R., & Samuels, J. (2019). Manejo de la sanidad radical del cultivo del banano mediante rizoestimulantes microbianos, enmiendas orgánicas y minerales. *Revista Corbana*, 45(65), 83-92. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Pedro-Torres-4/publication/346927551_MANEJO_DE_LA_SANIDAD_RADICAL_DEL_CULTIVO_DEL_BANANO_MEDIANTE_RIZOESTIMULANTES_MICROBIANOS_ENMIENDAS_ORGANICAS_Y_MINERALES_Relacion_Suelo-Planta_Nota_Tecnica/links/5fd2523f45851568d1
- Torrés, S. (2012). *Guía práctica para el manejo de banano orgánico en el valle del Chira* (Primera ed.). Piura – Perú. Obtenido de <https://fddocuments.ec/document/guia-practica-para-el-manejo-de-banano-organico-en-el-tecnico-del-cultivo.html>
- Vargás, A. (2015). Evaluación de cultivares y materiales de siembra en plátanos del tipo falso cuerno bajo un manejo intensivo de plantación. *Revista Cultivos Tropicales*, 36(2), 72-82. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000200010
- Vargas, C. A., Acuña, C. P., & Valle, R. H. (2015). La emisión foliar en plátano y su relación con la diferenciación floral. *Revista Agronomía Mesoamericana*, 26(6), 119-128. Obtenido de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/16935/16560>
- Vargas, L., Alvarado, P., Vega, B. J., & Porrás, M. (2013). Caracterización del subproducto cascarilla de arroz en búsqueda de posibles aplicaciones como materia prima en procesos. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia*, 23(1), 87-102. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5069938>

- Vázquez, C. F., Rodríguez, R. C., Morales, F. S., Ibáñez, M. A., Pérez, M. G., & Berdeja, A. R. (2018). Residuos industriales para incrementar la capacidad de retención de humedad en sustrato arenoso. *Revista Acta Agrícola y Pecuaria*, 4(2), 54-59. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6572704>
- Vega, R. L. (2020). *Evaluación De Diferentes Distancias De Siembra De La (Mucuna Pruriens) Para La Determinación De Tiempo De Cobertura En Plantación De Musáceas*. Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/RAMOS%20VEGA%20LUIS%20ARMANDO.pdf>
- Vélez, C. N., Flórez, R. V., & Flórez, R. A. (2014). Comportamiento de Variables Químicas en un Sistema de Cultivo sin Suelo para Clavel en la Sabana de Bogotá. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 67(2), 7281-7290. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179931328004>
- Vera, V. R., Castro, L. A., Valverde, L. Y., & Choez, J. E. (2020). Evaluación de cuatro tipos de sustratos para la producción de plántulas de papaya (carica papaya l) en fase de vivero en el cantón jipijapa, provincia de manabí. *Revista Científica Multidisciplinaria*, 4(2), 23-38. doi:<https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v4.n2.2020.230>
- Vistazo. (2019). Fuerte presencia mundial del banano ecuatoriano. *Vistazo*, 1-1.
- Zambrano, V. M., Muñoz, M. J., Dueñas, R. A., Párraga, Á. R., & Loor, M. J. (2018). Evaluación de la cascara de arroz para fabricación de ladrillos. *Pro Sciences: Revista De Producción, Ciencias E Investigación*, 2(11), 28-31. Obtenido de <http://journalprosciences.com/index.php/ps/article/view/46>

8. ANEXOS



Anexo 1. Preparación de sustrato para el llenado de fundas.



Anexo 2. Llenado de fundas polietileno



Anexo 3. Desinfección de los cormos de banano.



Anexo 4. Siembra de los cormos de banano.



Anexo 5. Siembra Culminada.



Anexo 6. Desarrollo y crecimiento de los cormos de banano.



Anexo 7. Plantas seleccionadas para llevar a Laboratorio.



Anexo 8. Presencia de buen sistema radicular en T2 (suelo limoso, turba, piedra pómez)



Anexo 9. Planta sacrificada en la toma de datos de peso fresco y seco.



Anexo 10. Plantas de banano listas para ser llevadas a campo.