



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EFEECTO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES CON DIFERENTES
DOSIS DE BIOCARBÓN EN LA PROPAGACIÓN DE PLANTAS DE
BANANO USANDO CORMITOS

CHILLOGALLI CAJAMARCA JONATHAN ALEXANDER
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EFFECTO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES CON
DIFERENTES DOSIS DE BIOCARBÓN EN LA PROPAGACIÓN DE
PLANTAS DE BANANO USANDO CORMITOS

CHILLOGALLI CAJAMARCA JONATHAN ALEXANDER
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TRABAJO TITULACIÓN
TRABAJO EXPERIMENTAL

EFECTO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES CON DIFERENTES DOSIS DE
BIOCARBÓN EN LA PROPAGACIÓN DE PLANTAS DE BANANO USANDO
CORMITOS

CHILLOGALLI CAJAMARCA JONATHAN ALEXANDER
INGENIERO AGRÓNOMO

QUEVEDO GUERRERO JOSE NICASIO

MACHALA, 27 DE SEPTIEMBRE DE 2021

MACHALA
2021

Tesis final

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

www.thefreelibrary.com

Fuente de Internet

3%

2

www.promusa.org

Fuente de Internet

2%

3

Submitted to Universidad Técnica de Machala

Trabajo del estudiante

2%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía

Apagado

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

El que suscribe, CHILLOGALLI CAJAMARCA JONATHAN ALEXANDER, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado “EFECTO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES CON DIFERENTES DOSIS DE BIOCARBÓN EN LA PROPAGACIÓN DE PLANTAS DE BANANO USANDO CORMITOS”., 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.

El autor 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.

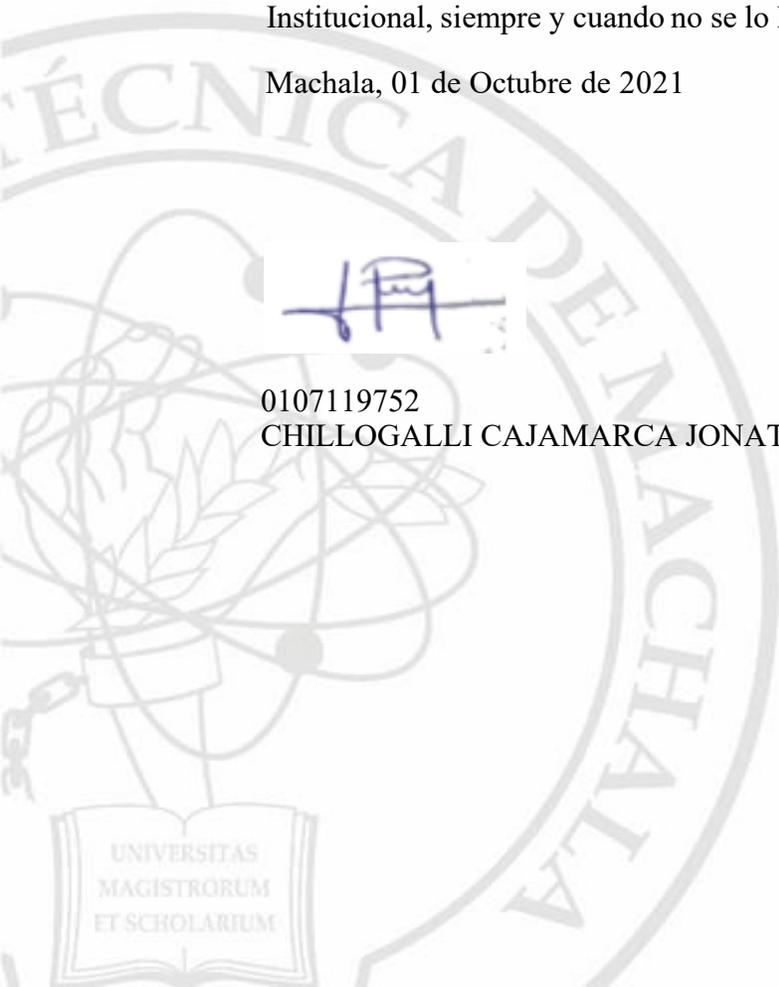
El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

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, 01 de Octubre de 2021

0107119752

CHILLOGALLI CAJAMARCA JONATHAN ALEXANDER



DEDICATORIA

Quiero dedicarle este trabajo a Dios, por haberme iluminado todo el gran recorrido de educación y haberme permitido llegar hasta el final, ya que sin su voluntad nada es posible.

A mis padres por ser los que me educaron y nunca me abandonaron durante todo este recorrido de mi vida diaria y Universitaria.

A mis hermanos que muchas veces me ayudaron, que siempre estaban a mi lado apoyándome.

A mi novia y mi hijo que siempre compartieron momentos buenos y malos a mi lado, me apoyaron incondicionalmente y fueron mi pilar fundamental para superarme.

A mis amigos y compañeros de la Universidad Técnica de Machala que siempre me dieron una mano cuando los necesitaba.

AGRADECIMIENTO

Primero quiero agradecerle Dios por haberme guiado mis pasos por el sendero correcto y ayudado durante todo este periodo de carrera ya que cuando creía que no podía más tenía fe y pude cumplir mi meta de terminar mis estudios Universitarios.

Agradezco a mis padres, hermanos, familiares, amigos y sobre todo a mi novia e hijo que me estuvieron apoyándome incondicionalmente y confiaron en mí, que podía estudiar y terminar mis estudios satisfactoriamente.

Agradezco a la Universidad Técnica de Machala y a todos los profesores que tuve durante toda mi carrera de Ingeniería agronómica ya que ellos me compartieron sus conocimientos, me brindaron los materiales necesarios para formarme académicamente.

Agradezco a mis compañeros Carlos Quezada y Guísela Salcan que me ayudaron en el proceso de esta investigación y me motivaron para que todo salga muy bien.

Agradezco al Ing. Agr. José Nicasio Quevedo Guerrero. Mg. Sc; por la guía brindada durante todo el proceso de esta tesis tanto en el manejo de campo como en lo teórico y estadístico.

Al Ing. Agr. Julio Enrique Chabla Carrillo, PhD; por brindarme sus conocimientos en clases y ser un gran apoyo.

Al Ing. Agr. Alexander Moreno Herrera, Mg. Sc por la guía brindada en clases y durante el proceso de la tesis.

“EFECTO DE MICROORGANISMOS EFICIENTES CON DIFERENTES DOSIS DE BIOCARBON EN LA PROPAGACION DE PLANTAS DE BANANO USANDO CORMITOS”

Autor

Jonathan Alexander Chillogalli Cajamarca

Tutor

Ing. Agr. José Nicasio Quevedo Guerrero

RESUMEN

El cultivo de banano es uno de los alimentos más importantes, a nivel mundial ocupa la cuarta posición del cultivo alimenticio seguido del maíz; arroz y trigo, es una planta herbácea monocotiledónea, pertenece a la familia Musaceae y es originaria del sudeste de Asia. Para Ecuador es un cultivo muy importante ya que, gracias a la producción y exportación de la fruta, promueven un gran aporte en la economía y sobre todo en la provincia de El Oro. A nivel nacional se siembran diferentes variedades, pero las más importantes son Cavendish, Williams y Grand Nain por ese motivo se decidió realizar esta investigación con el método de propagación tradicional que es a través de hijos y rizoma, para ello se seleccionaron los mejores cebollines de 5 a 20 cm, para un óptimo desarrollo y protección de las plantas se usó microorganismos de montaña que nos brinda beneficios como controlar las enfermedades, patógenos brindando mayor resistencia de las plantas, aumentando la cantidad de hojas generan sustancias antioxidantes que detienen el desarrollo de las enfermedades y contribuyen al desarrollo de las raíces, para detener la pérdida de fertilidad, propiedades químicas, físicas, biológicas y retener humedad se agregó biocarbón. Esta investigación se realizó para medir el efecto de microorganismos eficientes con diferentes dosis de biocarbón en la propagación de plantas de banano utilizando cormitos de tres variedades, evaluando el comportamiento de las diferentes variables en cada uno de sus tratamientos, lo cual permitió tener información confiable, que será de gran aporte para los productores bananeros. Este experimento se realizó en el vivero experimenta de la granja Santa Inés perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Técnica de Machala, la misma que se encuentra en la avenida panamericana km 5 ½, de la vía Machala Pasaje, se seleccionaron los mejores cormos y los que mayor se parecían en tamaño, con la ayuda de un machetillo se eliminaron las raíces y al final se lavó solo con

agua debido a que los microorganismos eficientes ayudan a controlar los patógenos que se encuentren en el cormo. Se estableció un diseño experimental factorial completamente al azar, donde se manipularon dos factores de estudios con tres variedades Williams - Cavendish – Grand Nain de banano y cuatro dosis de enmiendas), con materiales y un entorno experimental completamente homogéneo. De lo cual la variedad Grand Nain repunta en todos los tratamientos, pero con la aplicación de la dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón obtuvo la máxima longitud con una media de 13.9 cm, seguido de la variedad Cavendish (9.2 cm) y William (5.0 cm) que tuvieron las mayores longitudes con la aplicación de la dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón y en el porcentaje de prendimiento se determinó que la variedad Grand Nain y Cavendish con la aplicación del tratamiento de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón alcanzaron el 100% de prendimiento, mientras que la variedad William con la aplicación del tratamiento de 100 gramos de microorganismos eficientes + 5 gramos de bio-carbón logró llegar a un 86.67%.

Palabras Claves: Biochar, Cultivares, Microorganismos eficientes.

**"EFFECT OF EFFICIENT MICROORGANISMS WITH DIFFERENT
DOSES OF BIOCARBON ON THE PROPAGATION OF BANANA PLANTS
USING CORMITES".**

Author

Jonathan Alexander Chillogalli Cajamarca

Tutor

Agr. Eng. José Nicasio Quevedo Guerrero

ABSTRACT

The banana crop is one of the most important food crops, it is the fourth most important food crop in the world, followed by maize, rice and wheat. It is a monocotyledonous herbaceous plant, belongs to the Musaceae family and is native to Southeast Asia. It is a very important crop for Ecuador, as the production and export of the fruit is a great contribution to the economy, especially in the province of El Oro. At national level different varieties are sown, but the most important are Cavendish, Williams and Grand Nain, for this reason it was decided to carry out this research using the traditional method of propagation, which is through offspring and rhizome, for which the best chives of 5 to 20 cm were selected, for optimum development and protection of the plants, mountain micro-organisms were used, which provide benefits such as disease control, To stop the loss of fertility, chemical, physical and biological properties and to retain humidity, biochar was added to stop the loss of fertility and to retain humidity. This research was carried out to measure the effect of efficient microorganisms with different doses of biochar in the propagation of banana plants using cormites of three varieties, evaluating the behaviour of the different variables in each of the treatments, which provided reliable information that will be of great help to banana producers. This experiment was carried out in the experimental nursery of the Santa Inés farm belonging to the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Machala, which is located on the Pan-American Avenue, km 5 ½, on the Machala Pasaje road. The best corms were selected and those that were most similar in size, with the help of a machete the roots were eliminated and at the end they were washed only with water because the efficient microorganisms help to control the pathogens that are found in the corm. A

completely randomised factorial experimental design was established, where two study factors were manipulated with three Williams - Cavendish - Grand Nain banana varieties and four doses of amendments), with materials and a completely homogeneous experimental environment. Of which the Grand Nain variety rebounded in all treatments, but with the application of the dose of 200 grams of efficient microorganisms + 15 grams of biochar it obtained the maximum length with an average of 13.9 cm, followed by the Cavendish variety (9.2 cm) and William (5.0 cm), which had the greatest length with a mean of 13.9 cm. 0 cm) which had the greatest lengths with the application of the dose of 200 grams of efficient microorganisms + 15 grams of biochar and in the percentage of yield it was determined that the Grand Nain and Cavendish variety with the application of the treatment of 200 grams of efficient microorganisms + 15 grams of biochar reached 100% yield, while the William variety with the application of the treatment of 100 grams of efficient microorganisms + 5 grams of biochar managed to reach 86.67%.

Keywords: Biochar, Cultivars, Efficient microorganisms.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.1.1. Objetivos específicos.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Origen del banano	4
2.2. Clasificación taxonomía del cultivo de banano	4
1.1. Importancia del cultivo de banano en el Ecuador.....	5
2.3. Áreas de cultivo en el Ecuador	5
2.4. Beneficios del banano	5
2.5. Fenología del cultivo de banano	6
2.5.1. Fase vegetativa	6
2.5.2. Fase reproductiva.....	7
2.6. Morfología de la planta.....	7
2.6.1. Sistema radicular	7
2.6.2. Cepa o cormo.....	7
2.6.3. Pseudotallo	8
2.6.4. Hoja	8
2.6.5. Hoja cigarro	8
2.7. Principales variedades de banano	8
2.7.1. Cavendish	9
2.7.2. Williams	9
2.7.3. Grand Nain	9
2.8. Requerimientos edafoclimáticos.....	9
2.8.1. Altitud.....	9
2.8.2. Precipitación	10
2.8.3. Temperatura.....	10

2.8.4.	Viento	10
2.8.5.	Humedad Relativa	10
2.8.6.	Luminosidad	10
2.8.7.	Suelo	10
2.9.	Microorganismos eficientes (EM)	11
2.10.	Propagación de plantas de banano	11
2.10.1.	Propagación tradicional	11
2.10.2.	Propagación in vitro	12
2.11.	Sustratos	13
2.11.1.	Tratamiento del sustrato	13
2.11.2.	Desinfección del suelo.....	14
2.11.3.	Suelo optimo.....	14
2.11.4.	Arena	14
2.11.5.	Residuos Vegetales.....	14
2.11.6.	Turba.....	14
2.11.7.	Tamo de arroz.....	15
2.12.	Biocarbón	15
2.13.	Llenado de las fundas.....	15
2.14.	Riego del vivero	16
2.15.	Manejo Integrado de plagas y enfermedades	16
2.15.1.	Control biológico.....	16
2.16.	Biorreguladores de crecimiento	17
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1.	Ubicación del proyecto	18
3.1.1.	Características del lugar.....	19
3.1.2.	Temperatura.....	19
3.1.3.	Humedad relativa.....	19

3.1.4.	Clima	19
3.2.	Materiales.....	19
3.3.	Diseño experimental	19
3.4.	Especificaciones del experimento.....	21
3.5.	Manejo del área experimental.....	21
3.5.1.	Recolección de microorganismos de montaña.	21
3.5.2.	Multiplicación de microorganismos eficientes.....	21
3.5.3.	Cultivares utilizados	23
3.5.4.	Selección de los cormitos	24
3.5.5.	Preparación de los cormitos.....	24
3.5.6.	Desinfección del suelo.....	25
3.5.7.	Recolección de turba	25
3.5.8.	Preparación del sustrato.....	25
3.5.9.	Llenado de fundas.....	27
3.5.10.	Siembra de los cormitos	27
3.5.11.	Riego.....	28
3.5.12.	Control de plagas	28
3.6.	VARIABLES A MEDIR	29
3.6.1.	Número de hojas	29
3.6.2.	Longitud de la planta	29
3.6.3.	Diámetro del tallo	30
3.6.4.	Ancho de la hoja.....	30
3.6.5.	Longitud de la hoja.....	31
3.6.6.	Dinámica de crecimiento	31
3.6.7.	Porcentaje de prendimiento	32
3.6.8.	Número de raíces	32
3.6.9.	Longitud de raíz.....	33

3.6.10.	Peso fresco de raíces.....	33
3.6.11.	Peso seco de raíces	34
3.6.12.	Peso fresco de biomasa.....	34
3.6.13.	Peso seco de biomasa	35
4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	36
4.1.	Parámetros cuantitativos	36
4.1.1.	Numero de hojas.....	36
4.1.2.	Longitud del tallo	37
4.1.3.	Diámetro del tallo	39
4.1.4.	Ancho de la hoja.....	40
4.1.5.	Largo de la hoja	42
4.1.6.	Dinámica de crecimiento de la longitud del tallo	44
4.1.7.	Porcentaje de prendimiento	47
4.1.8.	Número de raíces	48
4.1.9.	Longitud de raíces	50
4.1.10.	Peso fresco de raíces.....	51
4.1.11.	Peso seco de raíces	53
4.1.12.	Peso fresco de biomasa.....	54
4.1.13.	Peso seco de biomasa	56
5.	CONCLUSIONES.....	58
6.	RECOMENDACIONES.....	59
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	60
8.	ANEXOS	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación Taxonómica del banano	4
Tabla 2: Tratamientos objetos de estudio en el experimento.	20
Tabla 3: Características del diseño	21
Tabla 4: Prueba de efectos de inter-sujetos para el numero de hojas	36
Tabla 5: Prueba de efectos de inter-sujetos para la longitud del tallo	38
Tabla 6. Prueba de efectos de inter-sujetos para el diámetro del tallo	39
Tabla 7: Prueba de efectos de inter-sujetos para el ancho de la hoja	41
Tabla 8: Prueba de efectos de inter-sujetos para el largo de la hoja.....	43
Tabla 9: Prueba de efectos de inter-sujetos para la longitud del tallo en diferentes momentos de medición.....	45
Tabla 10: Prueba de efectos de inter-sujetos para el número de raíces	49
Tabla 11: Prueba de efectos de inter-sujetos para el largo de raíces	50
Tabla 12: Prueba de efectos de inter-sujetos para el peso fresco de raíces	51
Tabla 13: Prueba de efectos de inter-sujetos para el peso seco de raíces	53
Tabla 14: Prueba de efectos de inter-sujetos para el peso fresco de biomasa	54
Tabla 15: Prueba de efectos de inter-sujetos para el peso seco de biomasa.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: a) La provincia de El Oro en el Ecuador, b) La ciudad de Machala en la provincia de El Oro y c) La ubicación de área experimental en la ciudad de Machala.	18
Figura 2: Croquis del experimento.....	20
Figura 3: recolección de microorganismos eficientes.....	21
Figura 4: Multiplicación de microorganismos.....	23
Figura 5: Selección de los cormitos.....	24
Figura 6: Preparación de los cormos.....	24
Figura 7: Desinfección del suelo.....	25
Figura 8: Recolección de Turba.....	25
Figura 9: Preparación del sustrato.....	26
Figura 10: Llenado de fundas.....	27
Figura 11: Siembra de los cormitos.....	27
Figura 12: Riego.....	28
Figura 13: Control de Insecto plaga.....	28
Figura 14: número de hojas.....	29
Figura 15: Longitud de la planta.....	29
Figura 16: Diámetro del tallo.....	30
Figura 17: Medición de longitud de la hoja.....	31
Figura 18: Medición del ancho de la hoja.....	30
Figura 19: Conteo de raíces.....	32
Figura 20: Longitud de raíz.....	33
Figura 21: Peso fresco de raíz.....	33
Figura 22: Peso seco de raíces.....	34
Figura 23: Biomasa fresca.....	34
Figura 24: secado de la biomasa.....	35
Figura 25: Porcentaje de prendimiento.....	32

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Efecto de los diversos tratamientos sobre las variedades de banano en el número de hojas.....	37
Gráfico 2: Efecto de los diversos tratamientos sobre las variedades de banano en la longitud del tallo.....	39
Gráfico 3: Efecto de los diversos tratamientos sobre las variedades de banano en el diámetro del tallo.....	40
Gráfico 4: Efecto de los diversos tratamientos sobre las variedades de banano en el diámetro del tallo.....	42
Gráfico 5: Efecto de los diversos tratamientos sobre las variedades de banano en el largo de la hoja.....	44
Gráfico 6: Dinámica de crecimiento de las variedades según la aplicación de tratamientos.....	47
Gráfico 7 Porcentaje de prendimiento.....	48
Gráfico 8: Efecto de los diversos tratamientos sobre las variedades de banano en el número de raíces.....	50
Gráfico 9: Efecto de los diversos tratamientos sobre las variedades de banano en el largo de las raíces.....	51
Gráfico 10: Efecto de los diversos tratamientos sobre las variedades de banano en el peso fresco de raíces.....	53
Gráfico 11: Efecto de los diversos tratamientos sobre las variedades de banano en el peso seco de raíces.....	54
Gráfico 12: Efecto de los diversos tratamientos sobre las variedades de banano en el peso fresco de biomasa.....	56
Gráfico 13: Efecto de los diversos tratamientos sobre las variedades de banano en el peso seco de biomasa.....	57

ANEXOS

Anexo 1: Cronograma de actividades de campo.....	65
Anexo 2: Recolección de microorganismos eficientes	66
Anexo 3: Multiplicación de microorganismos	66
Anexo 4: recolección de turba.....	66
Anexo 5: Selección de cormitos.....	67
Anexo 6: Brotación de la raíz.....	67
Anexo 7: Brotación de las plantas.....	67
Anexo 8: Plantas sacrificadas para medir variables en el laboratorio.....	68
Anexo 9: Longitud de raíz.....	69
Anexo 10: Corte de biomasa	69
Anexo 11: Colocación de la biomasa en la estufa a 110 °C	70
Anexo 12: Secado de la biomasa.....	70

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Esta investigación fue realizada para medir el efecto de microorganismos eficientes con diferentes dosis de biocarbón en la propagación de plantas de banano usando cormitos de tres variedades, evaluando el comportamiento de las diferentes variables en cada uno de sus tratamientos, lo cual permitió tener información confiable, que será de gran aporte para los productores bananeros.

El cultivo de banano es uno de los alimentos más importantes, a nivel mundial ocupa la cuarta posición del cultivo alimenticio seguido del maíz; arroz y trigo, con un promedio total del del 15% del volumen de la producción de frutas en el mundo, por lo que ayuda con la contribución del desarrollo económico, social en muchos países tropicales por su gran aporte económico. La mayor parte de producción de banano en el Ecuador se cultiva para su exportación y el consumo local, el comercio internacional se basa principalmente en cultivares de tipo Cavendish debido a su gran resistencia a plagas y enfermedades y por su alta productividad, llegando alcanzar hasta 60 toneladas/año en plantaciones tecnificadas.

El banano es una planta herbácea monocotiledónea, pertenece a la familia Musaceae y es originaria del sudeste de Asia en las regiones de India, Malasia, Indonesia y Papua Nueva Guine, se cree que todos los cultivares sembrados han sido de híbridos naturales que se encuentran en esta región. De hecho, Norman Simmonds plantea que los primeros cultivos de banano fueron domesticados por el hombre.

Ecuador es el mayor exportador de banano a nivel mundial y desde el inicio de la pandemia COVID-19 a principios de 2020, la exportación se ha visto comprometida por el impacto de la enfermedad en la población activa, así como medidas de mitigación que se han implementado, tales como restricciones a la circulación de personas y cierre temporal de fronteras y centros logísticos. Si bien es difícil sacar conclusiones claras debido a los muchos factores en juego, ambos problemas parecen han afectado a la producción, transporte, distribución, comercialización y consumo de banano fresco en 2020. Sin embargo, fuentes de la industria indican que muchos productores a gran escala

de banano, en particular los ubicados en América Latina y el Caribe, logró mantener un número suficiente de trabajadores en las plantaciones para evitar interrupciones en la producción (Fao, 2021).

Para la propagación de plantas de banano, es muy importante que el vivero se encuentre en óptimas condiciones sanitarias. Se ha demostrado que la propagación de plantas en vivero es más barata que una siembra directa debido a que sus costos se ven reducidos en el mantenimiento, y además garantiza la obtención de plantas sanas, vigorosas y uniformes. Tradicionalmente la propagación de plantas se realiza de los cormos que se obtienen de una planta madre que está destinada a la producción de fruta, sin embargo, esta práctica se debe realizarse con mucha prudencia debido a que el corte excesivo de cormos reduce la producción de la plantación, si el productor necesita abastecerse para poblar su plantación se recomienda cortar los cormos de las plantas más vigorosas que se encuentren libres de plagas y enfermedades

Los hijos se deben utilizar de tamaño pequeño, recién emergidos del suelo, hijos de espada con hojas estrechas, pseudotallo cónico, hijo con rizoma grueso o hijos de agua con hojas anchas, pseudotallo estrecho. Si el hijo de agua no es vigoroso no debe utilizarse como material de plantación ya que su conectividad con la planta madre es débil, sólo poseen una cantidad mínima de sustancias por lo que tendrá un débil enraizado. Los hijos de espada, tienen gran conexión con la planta madre por lo que poseen grandes cantidades de sustancias de reserva que ayudan al crecimiento vegetativo. Por lo que ha promovido que la mayoría de los productores tropicales que usan cormos para resembrar en sus plantaciones usen los cormos de los hijos de espada como material de propagación, se recomiendan los de mayor tamaño ya que poseen mayores rizomas por lo que garantiza un alto porcentaje de prendimiento.

Una vez extraído el material de plantación (cormos), debe evitarse que transcurra mucho tiempo en ser sembradas en el vivero deben dividirse en grupos de tamaño similar para asegurar un crecimiento homogéneo, de manera que cada planta pueda obtener el mismo beneficio, sin embargo, hay muy pocas probabilidades que el crecimiento sea uniforme.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de microorganismos eficientes con diferentes dosis de biocarbón en la propagación de plantas de banano usando cormitos de tres variedades.

1.1.1. Objetivos específicos

- Evidenciar la incidencia de las plantas de banano en parámetros morfológicos (altura de tallo, diámetro del tallo, ancho de la hoja, largo de la hoja, número de hojas) de los cultivares William, Cavendish y Grand Nain en vivero.
- Determinar los mejores porcentajes de prendimiento en cada variedad con las diferentes dosis de microorganismos eficientes más biocarbón.
- Evidenciar la incidencia de las plantas en los parámetros (Número de raíces, largo de raíces, pesos fresco y seco de biomasa).

CAPITULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen del banano

El banano es originario del sureste asiático y se cultiva desde hace 10000 años aproximadamente y sus primeras huellas se encontraron en Nueva Guinea en el siglo VII a.C, es herbácea, monocotiledóneas que pertenece a la familia de las musáceas, era originalmente silvestre y su reproducción era por semillas que existen algunos países como Filipinas, Papúa Nueva Guinea e Indonesia, que aún se pueden observar su estado salvaje (Clare, 2005). Los cruces naturales han tenido una gran diversidad genética permitiendo cultivares sin semilla con gran aporte nutricional para el consumo humano (ONU, 2016).

2.2. Clasificación taxonomía del cultivo de banano

Los frutos de bananos son monocotiledóneas de tamaño alto, que son originadas de cruces intra e interespecíficas entre *Musa acuminata* Colla (genoma A) y *Musa balbisiana* Colla (genoma B) que pertenecen a la familia Musaceae (Gómez, 2017).

En la tabla 1 se puede apreciar la clasificación taxonómica del cultivo de banano.

Tabla 1: Clasificación Taxonómica del banano

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

Fuente: (Gómez, 2017).

1.1. Importancia del cultivo de banano en el Ecuador

Para Ecuador la importancia se ve beneficiada en la producción y exportación de la fruta, según las cifras representan un porcentaje muy importante en la economía y sobre todo en la provincia de El Oro. Tales argumentos apuntan que la gran mayoría de las personas obtienen empleos en este sector agro productivo. Ecuador no garantiza cantidades excepcionales de producción, pero sí gran calidad en su fruta (Benítez et al., 2016).

La mayor parte de producción de banano en el Ecuador se cultiva para su exportación y el consumo local, el comercio internacional se basa principalmente en cultivares de tipo Cavendish debido a su gran resistencia a plagas y enfermedades y por su alta productividad, llegando alcanzar hasta 60 toneladas/año en plantaciones tecnificadas (Fao, 2020). Desde el inicio de la pandemia COVID-19 a principios de 2020, la exportación se ha visto comprometida por el impacto de la enfermedad en la población activa, sin embargo, fuentes de la industria indican que muchos productores a gran escala de banano, en particular los ubicados en América Latina y el Caribe, logró mantener un número suficiente de trabajadores en las plantaciones para evitar interrupciones en la producción (Fao, 2021).

2.3. Áreas de cultivo en el Ecuador

Las condiciones edafoclimáticas y tipo de suelo que tiene el Ecuador favorecen a los productores que puedan exportar su fruta en todo el transcurso del año. El banano se produce en las provincias de clima tropical como Manabí, Los Ríos, Guayas, El Oro, y Esmeraldas El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca ha identificado que tiene una superficie de alrededor 180,331 hectáreas existentes de banano, el 88% pertenece a banano convencional y el 12% es de banano orgánico (ProEcuador, 2016).

2.4. Beneficios del banano

El banano es muy rico en minerales y vitaminas lo que convierte que esta fruta sea un alimento esencial en nuestra dieta diaria. Según estudios consumir banano nos brinda gran cantidad de energía, que si la comparamos con una manzana, su proteína es 4 veces mayor, 2 veces más carbohidratos, 5 veces más vitamina A, 3 veces más fósforo

y sobre todo es muy rico en potasio por lo que es uno de los alimentos de mayor importancia entre algunas frutas (Alachán, 2016).

2.5. Fenología del cultivo de banano

El crecimiento y reproducción del cultivo de banano varía dependiendo del porcentaje que emiten las hojas, las cuales se mantienen funcionales desde que empieza la emisión floral y durante el desarrollo del fruto. El sistema foliar del cultivo de banano es la fuente primaria de fotoasimilados que cambia considerablemente de tamaño y funcionalidad (Turner, 1998).

2.5.1. Fase vegetativa

En la fase vegetativa la planta de banano emite entre 35 y 36 hojas, con una frecuencia de una hoja/semana en época de lluvias y entre 0,4 y 0,6 hoja/semana en épocas poco lluviosas. Esta producción de hojas le permite a la planta poder reemplazar a las que han cumplido su ciclo o que han sido afectadas por enfermedades como sigatoka. Por lo que, la planta puede producir un aproximado de 30 a 50 hojas en todo el ciclo de cultivo, pero sólo mantiene de 10 a 14 hojas fotosintéticamente activas (Martínez & Cayón, 2011).

2.5.1.1. Fase juvenil

Se denomina como “fase de retoño dependiente” en donde el hijo se alimenta por medio de la planta madre, se caracteriza por tener la emisión de hojas de 22 pequeñas hasta los 10 cm de ancho, donde a la primera hoja con 10 cm de ancho se conoce como F10 (Tuz, 2018).

2.5.1.2. Fase vegetativa independiente

Esta fase se produce cuando el hijo emite su primera hoja completamente desarrollada u hoja ortogonal (F0), desde ese momento empieza a cumplir su función de realizar fotosíntesis (Verdesoto, 2019).

2.5.1.3. Fase aparentemente vegetativa

Esta fase es la iniciación floral donde se encuentran dentro del pseudotallo entre 11 y 12 hojas que posteriormente irán emergiendo mientras la inflorescencia asciende en el interior (Tuz, 2018).

2.5.2. Fase reproductiva

En la fase reproductiva termina la reproducción de hojas, por lo tanto, significa que el desarrollo y llenado de los frutos, depende de la actividad que cumplan las hojas funcionales presentes con la aparición de la inflorescencia (Martínez & Cayón, 2011). El periodo que dura la fruta colgando desde que sale la bellota hasta alcanzar un grado de 40 pulgadas en la segunda mano depende de la altura de msnm (Céspedes et al., 2011). En Ecuador es de 12 semanas aproximadamente, tiempo que está listo para su exportación al mercado Internacional.

2.6. Morfología de la planta

La planta de banano es un cultivo perenne de gran altura. Es considerada una hierba porque sus partes aéreas mueren y caen al suelo cuando termina su ciclo del cultivo, y es perenne porque de la base de la planta rebrota su hijo, que reemplaza a la planta madre ya cultivada. El término utilizado para la planta madre, sus hijos y el rizoma se denomina mata. Lo que parece ser el tronco es un pseudotallo. Las diferentes variabilidades de caracteres morfológicos que se observan en el banano son utilizados para caracterizar la planta (Vézina & Baena, 2020).

2.6.1. Sistema radicular

Las raíces son las encargadas de absorber el agua, los nutrientes del suelo y anclar a la planta, su sistema radicular está compuesto por primario y uno adventicio. Las primeras raíces que se originan son las primarias que emergen desde la parte central del rizoma, y las raíces secundarias y terciarias se originan a partir de las raíces primarias (Vézina & Baena, 2020).

2.6.2. Cepa o cormo

Es el punto de crecimiento donde se originan las yemas vegetativas que dan vida a una nueva planta, el hijo crece en la base del cormo y es totalmente dependiente de la planta madre hasta que la planta empiece a producir hojas verdaderas y se puede autoalimentarse (Tuz, 2018).

La cantidad de cormos que una planta puede desarrollar representa un número potencial de calidad de semillas para la siembra relacionada a su vez con el porcentaje de germinación (Castellón et al., 2017).

2.6.3. Pseudotallo

El pseudotallo se asemeja a un tronco, que en realidad es un falso tallo, está formado por un apretado de vainas foliares que contiene gran cantidad de agua, es bastante resistente y puede soportar un peso de racimo de 50 kg aproximadamente y mientras las hojas sigan emergiendo, el pseudotallo sigue creciendo y alcanza su máxima altura cuando el tallo verdadero que es tallo floral de la inflorescencia surge en la parte superior de la planta (Vézina & Baena, 2020).

2.6.4. Hoja

La hoja es el órgano fotosintético de la planta. Cada hoja emerge desde el centro del pseudotallo, este sistema se forma en el meristemo ubicado en la parte superior de la cepa, se forma el pecíolo y la nervadura central y la hoja emerge enrollada en forma de cigarro, el haz que es la parte superior de la hoja recibe el nombre de superficie adaxial y el envés que es la parte inferior recibe el nombre de superficie abaxial. Las hojas verdaderas son las que se encuentran en estado maduro que, constan de vaina, pecíolo, nervadura central y limbo (Tuz, 2018).

2.6.5. Hoja cigarro

La hoja cigarro que también se la conoce como hoja candela, es una hoja que acaba de brotar y se encuentra enrollada como un cilindro. Esta nueva hoja, firmemente enrollada, es blanquecina y muy frágil, que de a poco va modificando su color hacia el color verde normal y disminuye su fragilidad a medida que se produce su apertura. El período para que la hoja se abre varía dependiendo de las condiciones climáticas. Si éstas son favorables, el proceso de desarrollo tarda unos 7 días; y si las condiciones no son favorables tarda de 15 a 20 días (Vézina & Baena, 2020).

2.7. Principales variedades de banano

Mundialmente los cultivares de banano del subgrupo Cavendish son considerados los más eficientes para la comercialización. En los últimos años, los centros de investigación y mejoramiento genético de diferentes partes del mundo han desarrollado cultivares con mejores rendimientos, adaptadas a los climas tropicales y subtropicales,

resistente a plagas y enfermedades y sobre todo con gran calidad para la comercialización (Torres et al., 2020).

A nivel nacional los productores cuentan con variedades que se adaptan a las diferentes condiciones climáticas según las zonas de mayor producción de banano. Las variedades están distribuidas en diferentes zonas dependiendo de las condiciones edafoclimáticas principalmente en la región de América Latina y el Caribe; en la actualidad lo que más se produce es el Cavendish, la cual es utilizada en mayor proporción para la exportación (Vargas et al., 2017).

2.7.1. *Cavendish*

Esta variedad pertenece a un subgrupo de musáceas denominadas AAA, que en la actualidad es la variedad de mayor importancia para los climas tropicales y de un gran aporte en el comercio mundial; dentro de los cultivares Cavendish existen una gran diversidad de variedades que pueden ser reconocidas y diferenciadas por su diferente tamaño y forma de la hoja (Robinson & Galán, 2012).

2.7.2. *Williams*

Igual que Cavendish Gigante es originado de una mutación de Cavendish Enano encontrada en Queensland, Australia. Se ha convertido en un banano comercial que crece en muchos países y muy favorable ya que se logra cosechar en menor tiempo que el Cavendish gigante tiene 10 a 16 pies en la altura y un distintivo el brote largo, muy grande (Sabio et al., 1999).

2.7.3. *Grand Nain*

Es de tamaño medio, su pseudotallo tiene un moteado que es de color pardo, las bananas son de mayor tamaño que el Cavendish Enano, su cáscara más gruesa y sabor menos intenso que el Cavendish gigante (Alban, 2014). Su altura media y gran rendimiento de frutos lo hacen ideal para la agricultura comercial, la altura moderada permite una recolección fácil y cierta resistencia al viento.

2.8. Requerimientos edafoclimáticos

2.8.1. *Altitud*

El banano tiene un óptimo crecimiento entre los 0 a 300 msnm, pero también se adaptan a alturas de hasta los 2200 msnm. Pero cada 100 m el ciclo vegetativo se va retrasando 45 días (Zumba, 2020).

2.8.2. Precipitación

Necesita una precipitación media que oscila de 28 a 44 mm de agua semanal 120 a 180 mm de lluvia mensual o 1800 a 3000 mm bien distribuido en todo el periodo vegetativo del cultivo, dado que el 85 – 88% de su morfología es agua es fundamental integrar el riego en sus estaciones poco lluviosas (Navarrete, 2020).

2.8.3. Temperatura

El banano requiere una temperatura óptima que se encuentra en los 25°C, sin embargo, por condiciones del clima siempre se encuentran entre 18,5 a 35,5 °C, en condiciones de temperaturas bajas de 15.5°C el desarrollo del cultivo se ve retrasada. En temperaturas superiores a 40°C no se visualiza impactos negativos (Urgiles, 2021).

2.8.4. Viento

Las zonas con vientos menores de 30 km/h son ideales, de ser mayores los vientos pueden causar acame o provocar lesiones en el área foliar por lo que reduce la transpiración de las plantas y se ve afectado en la calidad del fruto (Deras, 2019) .

2.8.5. Humedad Relativa

El cultivo de banano requiere una humedad relativa que no exceda al 80% por el motivo que se vuelve vulnerable en el desarrollo de patologías fungosas y la proliferación de principales plagas y enfermedades (Tenesaca, 2019).

2.8.6. Luminosidad

El banano es un cultivo exigente en luminosidad, por lo que el promedio requerido es de 1000 a 1500 horas luz/ año y 4 horas como promedio aproximado por día. La fase vegetativa en la sombra y fríos no interrumpe el crecimiento del follaje, pero retrasa el proceso de exportación debido a que la fruta no obtiene el grado óptimo debido a sus bajas temperaturas (Ajila, 2021).

2.8.7. Suelo

El banano puede desarrollarse en diferentes tipos de suelos, por eso es que se producen algunos países alrededor del mundo, pero es exigente en las propiedades nutritivas que debe presentar, ya que dependiendo de las condiciones que se encuentra se proveerá de nutrientes. Para una elección apropiada de un suelo se requiere de manera obligatoria y eficaz de un análisis de suelo completo eso nos ayudará a reflejar la situación y el agricultor podrá tomar decisiones precisas en su manejo de cultivo (Intagri, 2018).

2.9. Microorganismos eficientes (EM)

Se denomina (EM) a productos comerciales lo cual nos dice que cuenta con un aproximado de 80 microorganismos diferentes entre las más importantes se encuentran las bacterias fotosintéticas, bacterias – ácido lácticos, hongos fermentados, actinomicetos y levaduras, todos estos (EM) nos ayudan a controlar las enfermedades, patógenos brindando mayor resistencia de las plantas, al aumentar la cantidad de hojas generan sustancias antioxidantes que detienen el desarrollo de las enfermedades, también se da el control entre los organismos adicionales con los patógenos (Ufer et al., 1997).

2.10. Propagación de plantas de banano

La propagación de plantas se agrupa en dos formas diferentes, el tradicional que se basa fundamentalmente en los hijuelos y rizomas de la planta madre y el otro medio de propagación es el procedente de cultivo in vitro. El material tradicional se utiliza en plantaciones familiares o en plantaciones establecidas. El cultivo in vitro se utiliza para plantaciones modernas tecnificadas de gran cantidad de exportación los más utilizados son los cultivares del subgrupo Cavendish (Galan et al., 2018).

2.10.1. Propagación tradicional

Se realiza a través de hijos y rizomas. El término hijo hace referencia a un rizoma separado de la planta madre, donde su punto de crecimiento central da lugar a una nueva planta. En el rizoma es a lo contrario ya que en los trozos de rizoma ya no existe el punto central de crecimiento, debido a que se trata de un rizoma de una planta ya recolectada, donde ya obviamente no existe, ya que ha sido eliminado mecánicamente, esto permite que una yema axilar crezca para dar lugar a una planta nueva. Estos tipos varían en tamaño y crecimiento esto depende de la porción de rizoma que se haya tomado para dar uso al crecimiento de la planta (Galan et al., 2018).

Tradicionalmente la propagación de plantas se realiza de los cormos que se obtienen de una planta madre que está destinada a la producción de fruta, sin embargo, esta práctica se debe realizarse con mucha prudencia debido a que el corte excesivo de cormos reduce la producción de la plantación, si el productor necesita abastecerse para poblar su plantación se recomienda cortar los cormos de las plantas más vigorosas que se encuentren libres de plagas y enfermedades (Coto, 2009).

Se ha demostrado que la propagación de plantas en vivero es más barata que una siembra directa debido a que sus costos se ven reducidos en el mantenimiento, y además garantiza la obtención de plantas sanas, vigorosas y uniformes (Moreta, 2019).

2.10.1.1. Selección de los hijos

Los hijos pueden ser de tamaño pequeño de unos 10 a 40 cm o recién emergidos del suelo, como también pueden ser hijos grandes de espada con hojas estrechas, pseudotallo cónico y rizoma ancho, o hijos de agua que tengan hojas anchas, pseudotallo estrecho con rizoma pequeño. Los hijos de agua no son recomendables ya que no son vigorosos por lo que se deben utilizar como material genético ya que su conexión con la planta madre es débil o nula, poseen pequeñas cantidades de sustancias de reserva y su potencial de enraizado es muy poco. En cambio, los hijos de espada, tienen una conexión física con la planta madre por lo que le proporcionan gran cantidad de sustancias de reserva y aceleran el crecimiento. Por lo que se recomienda a todos los productores que utilicen hijos de espada de mayor tamaño ya que poseen mayores rizomas y permiten alcanzar un alto porcentaje de prendimiento (Galan et al., 2018).

2.10.1.2. Selección de rizoma

Los trozos de rizoma provienen bien de la división de la planta madre ya cosechada o de rizomas de plantas en las que se ha cortado su yema central para dar crecimiento de una yema lateral. Los rizomas grandes se dividen en diferentes o varios trozos, cada uno con una yema lateral que sea visible. Los materiales de plantación tradicionales, se tratan con nematicidas antes de su plantación en campo. En la actualidad está desapareciendo el uso de estos materiales tradicionales (Galan et al., 2018).

2.10.2. Propagación in vitro

Para el establecimiento del cultivo *In vitro* consiste en la inducción y proliferación de los brotes axilares en medio de la aplicación de reguladores de crecimiento. En la fase de iniciación se reduce el tamaño de los ápices hasta aproximadamente 3 cm de longitud y 1,5 cm de diámetro y se colocan en medio de iniciación con un medio líquido nutritivo modificado con hormonas. A fin de reducir los tiempos de crecimiento *In vitro* de plantas de campo y los costos de propagación en la fase de iniciación, y multiplicación, después de los 7 días se eliminan los explantes contaminados y los que sobreviven se utilizan directamente en la fase de multiplicación y se ponen en medios sólido y líquido (Colmenares & Giménez, 2003).

La propagación vegetativa, es un método utilizado para multiplicar plantas, utilizándose tejidos vegetales de plantas bien nutridas para que las características hereditarias de planta donadora sean un buen material genético, la propagación se utiliza para producir una planta que posea el mismo genotipo y características que la planta madre. Esto es posible porque debido a que las células poseen la información necesaria para reproducir una planta. Se estima que las auxinas aportan en el crecimiento de órganos vegetales estimulando el crecimiento de ciertas células por lo que son de gran aporte en el proceso *in vitro* (Canchignia et al., 2008).

2.11. Sustratos

Es todo material sólido inerte diferente del suelo que tiene la función de anclar las raíces, ayudando a su adaptabilidad y cubriendo de la luminosidad también ayuda a retener la humedad y a fijar los nutrientes (Garcés, 2020)

Para un óptimo desarrollo y crecimiento de las plantas, es necesario que el sustrato sea rico en materiales orgánicos ya que es un factor fundamental, puesto que contribuye en la calidad de la plántula, en la actualidad existen diferentes materiales que pueden ser utilizados para la elaboración de sustratos y su elección dependerá de la especie vegetal que propaguemos, sistema de propagación, época de siembra, costo, características del sustrato y tiempo de almacenamiento. Sin embargo, se ha identificado que debemos tener en cuenta que lo más importante para la elección de un material como sustrato es su durabilidad y capacidad en nutrientes esenciales (Ortega et al., 2010).

2.11.1. Tratamiento del sustrato

La desinfección del sustrato se puede realizar fuera del semillero o en el propio semillero, es recomendable tener una cama libre de todo tipo de enfermedades, patógenos e insectos, que no cause daño ni retraso a la semilla. El tratamiento que se realiza es de fumigación con Dazomet (Basamid), sin embargo, existen otros métodos como la aplicación de fungicidas y nematicidas, el uso de formalina al 10% también existe un método muy económico y es el agua hirviendo (Napoleón & Cruz, 2005).

2.11.2. Desinfección del suelo

Para la desinfección del suelo lo más recomendable es un método químico uno de ellos es el formol que si se usa con la dosis correcta elimina todas las enfermedades que se encuentran en el suelo, también se puede usar Vapam que es un producto fumigante que ayuda al control de nematodos y hongos (Ripanti et al., 2006).

2.11.3. Suelo óptimo

Los suelos óptimos deben tener las siguientes características que son: suelos franco, suelto, tamizado para eliminar todo tipo de material extraño que afecte el crecimiento de las raíces, como piedra, o suelos contaminados (Napoleón & Cruz, 2005).

2.11.4. Arena

La arena proporciona mejores condiciones para el crecimiento de la raíz, lo recomendable es usar arena de río y posteriormente colarlo y tamizar (Napoleón & Cruz, 2005).

2.11.5. Residuos Vegetales

Son residuos orgánicos, aquellos desechos que alguna vez estuvieron vivos que sea susceptible a degradarse biológicamente. Estos materiales nos brindan ventajas para la germinación y emergencia de la semilla como es la retención de humedad, libre de patógenos. Una de las más recomendables es el cocopeat, que se obtiene a partir de la estopa de coco, proporciona un buen germinado y crecimiento. Generalmente se adapta a diferentes tipos de mezclas que dependerá de la semilla a germinar, estas mezclas pueden ser: Suelo y Arena; Suelo, turba y arena; Suelo, arena, turba y fibra vegetal; Suelo, arena turba material inerte (Napoleón & Cruz, 2005).

2.11.6. Turba

La turba es un sustrato orgánico de origen natural, que se obtiene de diversos materiales de descomposición vegetal y es de gran importancia ecológica por lo que debemos proteger los sistemas de turberas. La turba de la especie *Sphagnum sp.*, es una de las más importantes y una de las más utilizadas en los cultivos de plantas, sus características son intrínsecas con excelentes propiedades físicas y ayuda a la capacidad de retención de agua (Delgado et al., 2016).

2.11.7. Tamo de arroz

El arroz es el tercer cultivo de importancia a nivel mundial, esto a su vez produce el tercer residuo agrícola de origen lignocelulósico, conocido como tamo de arroz que se utiliza para la recuperación del carbono orgánico, nitrógeno, potasio, silicio y ayuda a la captura microbiana de nutrientes es por eso que se le utiliza en la mayor parte de los viveros (Cruz et al., 2017).

2.12. Biocarbón

La escasa fertilidad y degradación del suelo es un fenómeno que se agravado con las malas prácticas agrícolas o cambio climático y esto afecta a la producción de los cultivos, por lo tanto, con la ayuda del biocarbón detenemos la pérdida de fertilidad como también prevenimos la pérdida de las propiedades químicas, físicas biológicas del suelo y sobre todo la degradación de los suelos (Escalante et al., 2016).

El biocarbón o biochar, es un material que se obtiene por descomposición térmica de materiales orgánicos o poco suministro de oxígeno (pirólisis lenta), lográndose que aproximadamente el 50 % del carbono tratado quede almacenado en el biocarbón, por ese motivo es considerado como sumidero de CO₂ que contribuye a la disminución del efecto invernadero según estudios realizados en suelo amazónico (terra petra) permanece en el suelo entre 500 y 7000 años y ayuda a la fertilidad del suelo y retención de humedad (Quevedo, 2019).

2.13. Llenado de las fundas

El llenado de las fundas se debe tomar con mucha responsabilidad ya que es de mucha importancia porque se debe dar un cuidado necesario, para un buen llenado

debemos tener en cuenta que la mezcla esté homogénea que se encuentre un poco húmedo, se debe llenar la bolsa completamente ya que después del riego tiende a reducirse, el llenado debe ser antes de la siembra porque de lo contrario la semilla se encontrará muy profunda y tendrá problemas al emerger y por ende los costos subirán (Napoleón & Cruz, 2005).

2.14. Riego del vivero

El riego es muy importante, principalmente en la época poco lluviosa, ya que, durante la época lluviosa, cubre un alto porcentaje de agua. El riego se debe proporcionar en forma homogénea, que la humedad resista un tiempo considerable pero que no llegue al encharcamiento ya que causaría daños o muerte a las plantas. En la época poco lluviosa, es recomendable regar todos los días, sin embargo, esto depende de la calidad del sustrato en los casos donde posee un alto contenido de materia orgánica el riego sería cada tres o cuatro días, La mejor forma de regar en el vivero es en cada funda, pero esto sólo se puede realizar cuando los viveros son pequeños. Cuando son grandes, se necesita implementar sistemas de riego como es el de aspersion, microaspersion o goteo para ahorrar costos, este método no es muy recomendable ya que crea condiciones favorables para el ataque de hongos por lo que se necesitaría frecuentes fungicidas (Napoleón & Cruz, 2005).

2.15. Manejo Integrado de plagas y enfermedades

Es una alternativa que implementó la Unión Europea, es una combinación de mezcla biológica, química y biotecnológica, de modo que la aplicación química se limita en pequeñas cantidades o cuando las enfermedades son incontrolables, es decir solamente se puede aplicar cuando el nivel de plagas sobrepasa, pero su uso debe ser usado racionalmente para no impactar el medio ambiente ni la salud de las personas (Restrepo & Neira, 2012).

2.15.1. Control biológico

El control biológico ayuda a la conservación de los suelos ya que sus prácticas son para proteger y aumentar los enemigos naturales reduciendo de forma amigable el ataque de plagas, existen diferentes formas de aplicar un método de control biológico pero todas ellas no ayudan a mantener la protección de los suelos y la disminución de plagas y enfermedades, según estudios se dice que el control biológico es el método de control más antiguo (Paredes et al., 2013).

2.16. Biorreguladores de crecimiento

En los últimos 10 años Ecuador ha incrementado el 20 % de las áreas de cultivo de banano, también la mayor parte de los cultivos van renovándose por variedades más resistentes y mayor producción, estas prácticas ha llevado a los productores a sembrar plantas de otras fincas y no han contado con mucho éxito debido a que vienen con plagas y enfermedades y esto genera grandes pérdidas por eso lo más recomendable es sembrar por tejidos ya que gracias a los biorreguladores de crecimiento garantiza mayor homogeneidad y pureza (Cedeño et al., 2016).

El cultivo de banano presenta pérdidas de un 20 % debido a plagas y enfermedades entre ellas dedo corto, deformación y cicatrices esto ha llevado a que pierda rentabilidad, por lo que se recomienda aplicar giberelinas para promover el crecimiento celular e incrementa la hidrólisis de almidón y elongue la plantación homogéneamente (Díaz et al., 2003).

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del proyecto

El área del ensayo se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas: longitud de 79° 54' 05'' W; latitud 03° 17' 16'' S y altitud 5 msnm. Se realizó en la granja Santa Inés perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Técnica de Machala, la misma que se encuentra en la avenida Panamericana km 5 ½, de la vía Machala Pasaje (**Figura 1**).

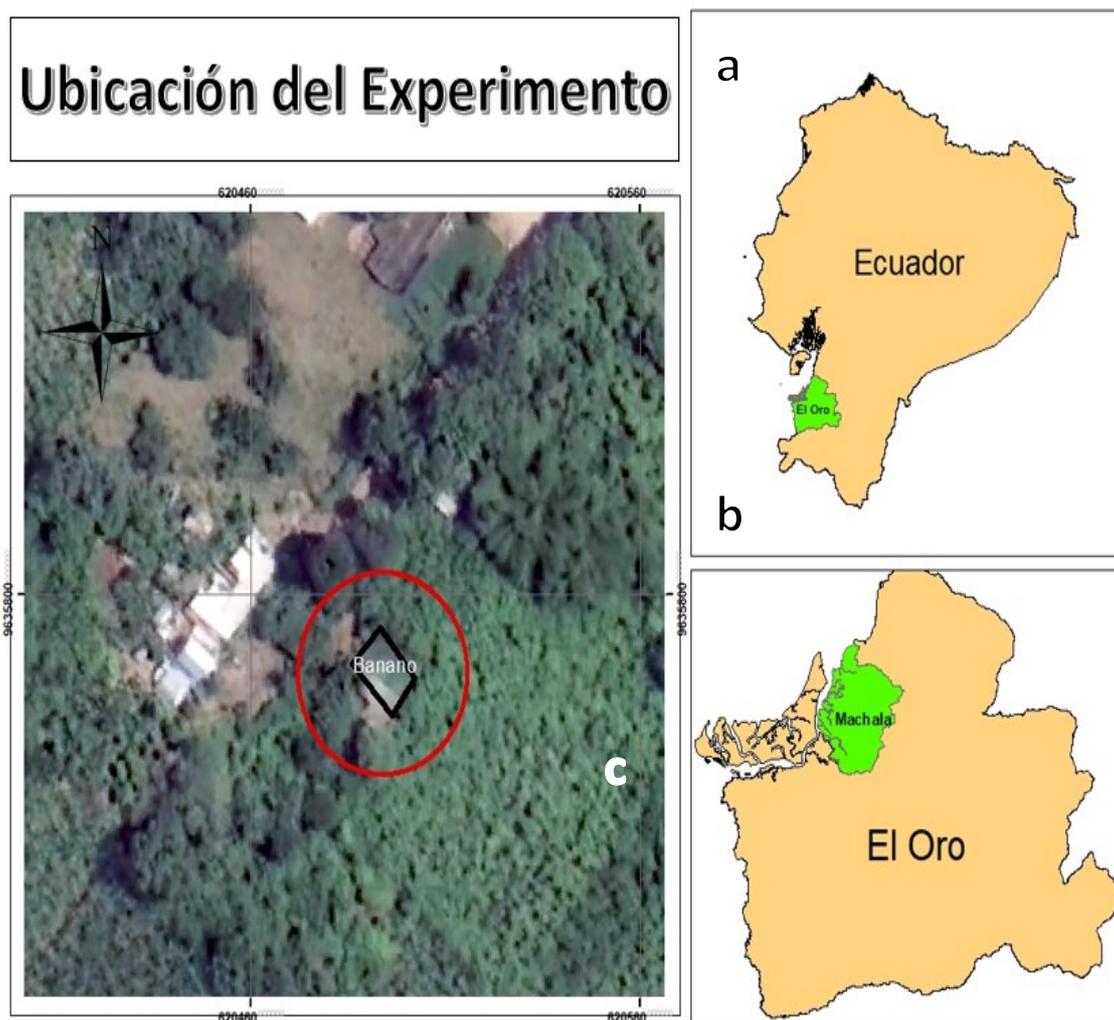


Figura 1: a) La provincia de El Oro en el Ecuador, b) La ciudad de Machala en la provincia de El Oro c) La ubicación de área experimental en la ciudad de Machala.

Fuente: Autor

3.1.1. Características del lugar

Según (Pourrut et al., 1995), el área corresponde al clima tropical megatérmico, seco a semihúmedo, cuyas principales características corresponde a un total pluviométrico anual comprendido entre 500 y 1000 mm recogidos de diciembre a mayo, la estación seca es muy marcada; y las temperaturas medias elevadas tiene como promedio de 25 °C de acuerdo al mapa de taxonomía de suelos del Atlas de la Provincia de El Oro. La clasificación taxonómica del suelo, clase textural, franco limoso y un pH promedio de 6,8 (Villaseñor et al., 2015).

3.1.2. Temperatura

El lugar del experimento de acuerdo a las zonas de vida de Holdridge corresponde a un bosque muy seco Tropical (bms-T) con una precipitación media anual de 699 mm, una temperatura media anual de 25 °C (Moya, 2004).

3.1.3. Humedad relativa

El lugar del experimento presenta una humedad relativa de 84% (Moya, 2004).

3.1.4. Clima

La clasificación climática según (Cañadas, 1983), la granja Santa Inés se encuentra a 6 metros sobre el nivel del mar, el clima es tropical seco sin exceso de agua, megatérmico, también son periodos lluviosos cortos pocos significativos en todos los meses del año y gran parte del año presenta déficit hídrico (Camacho, 2014).

3.2. Materiales.

Durante el proceso del trabajo experimental se utilizaron herramientas de campo como lampa, piola, fundas, microorganismos eficientes, baldes y tachos. plásticos, navaja, cormos, cinta métrica, pie de rey, turba, tamo de arroz, suelo, cámara, tachuelas, letrero de identificación también se utilizó materiales de escritorio como es lápiz, laptop, cuaderno de notas, esferos, calculadora y por último se usó materiales de laboratorio balanza, estufa y termómetro.

3.3. Diseño experimental

En el presente trabajo experimental se estableció un diseño experimental factorial completamente al azar, donde se manipularon dos factores de estudios (con tres variedades de banano y cuatro dosis de enmiendas), con materiales y un entorno

experimental completamente homogéneo. En la (Tabla 2) se muestran los tratamientos que se utilizaron para desarrollar el experimento.

Tabla 2: Tratamientos objetos de estudio en el experimento.

Fertilización	Variedades		
	1	2	3
T1 (100g M.E + 5g BC)	15	15	15
T2 (150g M.E + 10g BC)	15	15	15
T3 (200g M.E + 15g BC)	15	15	15
T4 (Testigo)	15	15	15

El diseño Factorial completamente al azar (3x4), está conformado por 12 unidades experimentales. Con tres variedades de banano (Williams - Cavendish - Grand Nain) y cuatro dosis de enmiendas. Cada unidad experimental tuvo un área de 1.2m² (0.8m x 1.5m), el área total del experimento fue de 34.1m² (6.2m de largo y 5.5m de ancho) y 0.5m de espaciamiento entre unidades experimentales como se puede apreciar en la (Figura 2).

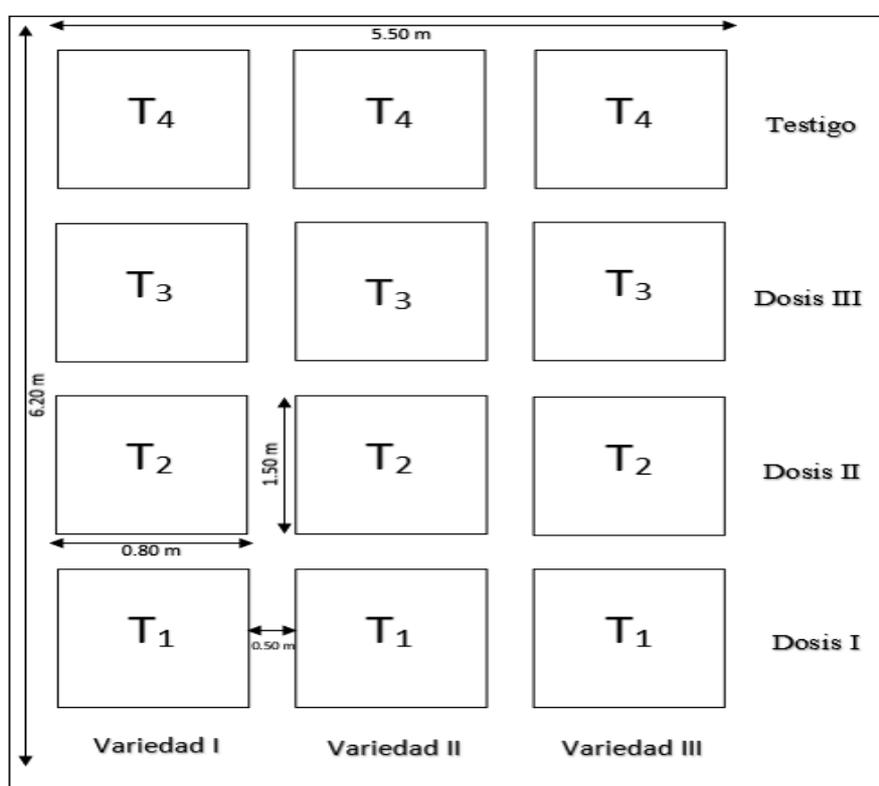


Figura 2: Croquis del experimento

3.4. Especificaciones del experimento

Tabla 3: Características del diseño

Número de unidades experimentales	12
Número de tratamientos	4
Área bruta del experimento	34.1m ²
Área neta del experimento	14.4m ²
Área de la unidad experimental	1.2m ²
Número de plantas totales	180
Espaciamiento entre unidades experimentales	0.50m

3.5. Manejo del área experimental

3.5.1. *Recolección de microorganismos de montaña.*

La recolección de microorganismos se realizó en una cacaotera orgánica se procedió a recoger toda la parte blanca que se encontraba debajo de las hojas que se encontraban en estado de descomposición (**Figura 3**). También se utilizó los trichodermas que obtuvimos en el laboratorio,



Figura 3: recolección de microorganismos eficientes

Fuente: Autor

3.5.2. *Multiplicación de microorganismos eficientes*

Para la multiplicación de los microorganismos eficientes se utilizó el método anaeróbico se usó dos tanques de 40 litros y los materiales que utilice fue el tamo de arroz,

hoja de guayaba seca molida, salvado de arroz, melaza, agua y los microorganismos a continuación los pasos para la multiplicación (**Figura 4**).

Pasos para la multiplicación de microorganismos

Limpieza y desmenuzando del material

En primer lugar, colocamos un plástico negro donde podamos realizar la mezcla de todos los materiales, encima del plástico colocamos 10 libras de microorganismos de montaña que recolectamos, después eliminamos todos los palos gruesos, desmenuzando con la mano todo material duro para que al momento que se descomponga no produzca orificios o cámaras de aire.

Hoja molida

En segundo lugar, colocamos la hoja molida la cantidad que se utilizó fue 45 libras, pero primero se coloca las primeras 22.5 libras, y al final le agregamos lo demás, de esa manera se nos facilita la mezcla que se realiza al final.

Tamo de arroz

En tercer lugar, colocamos el tamo de arroz la cantidad que se usó fue el 25 % de la cantidad total de la hoja molida lo cual fueron 11,25 libras

Salvado de arroz

En cuarto lugar, colocamos el salvado de arroz, la cantidad que usamos fue de 5 libras, esto ayudará a la multiplicación de los microorganismos.

Mezcla

En quinto lugar, procedemos a realizar la mezcla de todos los ingredientes antes mencionados hasta llegar al estado de homogeneidad.

Agua y melaza

En sexto lugar colocamos, la mezcla de agua y melaza para esto necesitaremos una relación de 4 a 1, por lo que usaremos 30 litros de agua y 7,5 litros de melaza mezclaremos hasta que se disuelva por completo y al final rociaremos por todas partes de la mezcla.

Prueba de humedad

En séptimo lugar cuando colocamos el agua y la melaza realizamos la prueba de puño.

Llenado de tachos

En octavo lugar llenamos los tachos, con la ayuda de un mazo apretamos sin dejar cámaras de aire.

Sellado hermético

En noveno lugar procedemos a sellar herméticamente y dejaremos por un periodo de 30 días.

Al final procedemos a pesar y el peso total fue de 156 libras cada tacho llevaba 78 libras.



Figura 4: Multiplicación de microorganismos

Fuente: Autor

3.5.3. Cultivares utilizados

Para el desarrollo del experimento se utilizó tres variedades de cormitos de banano el Williams, Cavendish y Grand Nain se utilizaron estas variedades porque son las que mayormente se comercializan en el mercado, cada variedad se recogió un día antes de la

siembra, con la ayuda de una lampilla sacamos todos los cormos en buen estado para después ser sembradas en las fundas.

3.5.4. Selección de los cormitos

La variedad Cavendish y el clon Williams fueron recolectados en la hacienda Morelia que se encuentra ubicada entre la Unión colombiana y la Peaña, y el clon Grand Nain fue recolectado en la Granja Santa Inés en la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Se seleccionaron los hijos de las plantas madres que se encontraban más vigorosas, aquellos denominados hijos de espada que se encontraban en buen estado, el cormito que se cortó fue de tipo cebollín de 5 a 20 centímetros de altura (**Figura 5**).



Figura 5: Selección de los cormitos

Fuente: Autor

3.5.5. Preparación de los cormitos

Seleccionamos los mejores cormitos y los que mayor se parecían en tamaño, con la ayuda de un machetillo se eliminan las raíces y al final solamente lavamos con agua debido a que los microorganismos eficientes ayudan a controlar los patógenos que se encuentren en el cormo (**Figura 6**).



Figura 6: Preparación de los cormos

Fuente: Autor

3.5.6. Desinfección del suelo

La desinfección del suelo se realizó con método químico se utilizó 100 litros de agua y 100 ml de formol se mezcló hasta que quede homogénea, luego se le roció por todo el suelo hasta que quede completamente bien mojado por todos lados y finalmente se le procedió a tapar con plástico por unos 3 días (**Figura 7**).



Figura 7: Desinfección del suelo

Fuente: Autor

3.5.7. Recolección de turba

La recolección de turba se realizó en un bosque y se recogió la turba que se encontraba en estado de descomposición de los árboles caídos, y los que se encontraban un poco duros se desmenuza con la mano (**Figura 8**).



Figura 8: Recolección de Turba

Fuente: Autor

3.5.8. Preparación del sustrato

Para la preparación del sustrato se utilizó una mezcla de una relación 2 de suelo 2 de turba, 1 de tamo de arroz, los microorganismos eficientes más el biocarbón (**Figura 9**) para medir la cantidad de sustrato mezclamos todos los materiales y llenamos una funda de 20 x 30 cm, el resultado fue de 3,5 libras.

3.5.8.1. Preparación del tratamiento 1

Para el tratamiento 1 se utilizó 59 libras de suelo, 59 libras de turba, 29,5 libras de tamo de arroz, 9.9 libras de microorganismos eficientes y 0,5 libras de biocarbón.

3.5.8.2. Preparación del tratamiento 2

Para el tratamiento 2 se utilizó 57 libras de suelo, 57 libras de turba, 28,5 libras de tamo de arroz, 14,85 libras de microorganismos eficientes y 1 libra de biocarbón.

3.5.8.3. Preparación del tratamiento 3

Para el tratamiento 3 se utilizó 55 libras de suelo, 55 libras de turba, 27,5 libras de tamos de arroz, 19.8 libras de microorganismos eficientes y 1,49 libras de biocarbón.

3.5.8.4. Preparación del tratamiento 4

El tratamiento 4 fue un testigo por lo que no se utilizó los microorganismos ni el biocarbón, por lo tanto, usamos 63 libras de suelo, 63 libras de turba y 31,5 libras de tamo de arroz.



Figura 9: Preparación del sustrato

Fuente: Autor

3.5.9. Llenado de fundas

Una vez que la mezcla estaba terminada, llenamos las fundas hasta un 75 % por que necesitamos colocar el cormito, el llenado lo hicimos de forma manual con la ayuda de una botella cortada, las fundas deben estar un poco compactas debido a que cuando proporcionamos el riego tiende a reducirse, por lo que se ayuda con movimientos de la funda o palmadas a los costados (**Figura 10**).



Figura 10: Llenado de fundas

Fuente: Autor

3.5.10. Siembra de los cormitos

Una vez que tenemos las fundas llenas al 75 % procedemos a poner los cormitos y llenamos en su totalidad, dejando solamente la punta del cormito de 3 a 5 cm por fuera del sustrato (**Figura 11**).



Figura 11: Siembra de los cormitos

Fuente: Autor

3.5.11. Riego

Después de terminar la siembra regamos el mismo día, el riego que se usó fue por microaspersión, durante el primer mes la frecuencia de riego fue una vez por semana en un tiempo de una hora después del primer mes las plantas empezaron a germinar por lo que duplicamos el riego a dos veces por semana (**Figura 12**).



Figura 12: Riego

Fuente: Autor

3.5.12. Control de plagas

Cuando las plantas tenían 45 días, 6 plantas se encontraban atacadas por un insecto plaga *formicidae* que comúnmente se conoce como patilla, para controlar esta plaga utilizamos un método biológico, los materiales que se necesitaron fue 2 litros de agua, 16 gramos de levadura y 225 gramos de azúcar, mezclamos hasta que quede homogéneamente y colocamos en botellas cortadas sobre las fundas donde se encontraba la plaga, 24 horas después se evidencio el control que fue efectivo al 100% (**Figura 13**).



Figura 13: Control de Insecto plaga

Fuente: Autor

3.6. Variables a medir

3.6.1. Número de hojas

Se contabilizaron las hojas a 10 plantas al azar de cada tratamiento en los 90 días, se contaron todas las hojas que se encontraban abiertas dicho resultado fue expresado en unidades (**Figura 14**).

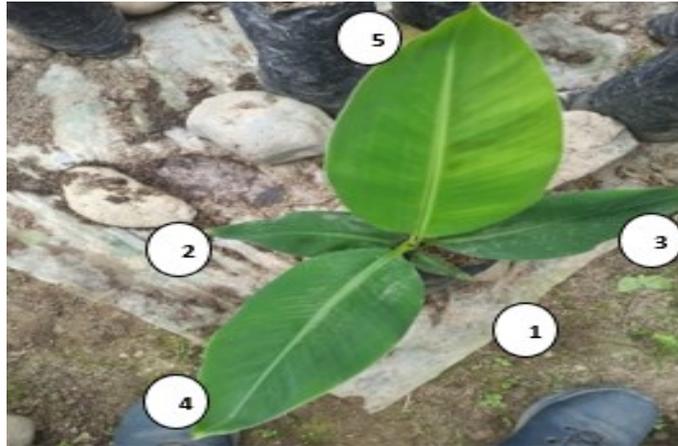


Figura 14: número de hojas

Fuente: Autor

3.6.2. Longitud de la planta

La longitud de la planta se tomó a 10 plantas al azar de cada tratamiento, para ello se necesitó una cinta métrica, se midió la longitud del tallo desde la base hasta su ramificación en v, las medidas fueron tomadas en los 90 días y ha esta medida se expresó en cm (**Figura 15**).



Figura 15: Longitud de la planta

Fuente: Autor

3.6.3. *Diámetro del tallo*

Para medir el diámetro del tallo se necesitó un calibrador pie de rey para ello se tomó como referencia en el centro del tallo, los datos fueron tomados en los 90 días la cual fue expresada en mm (**Figura 16**).



Figura 16: Diámetro del tallo

Fuente: Autor

3.6.4. *Ancho de la hoja*

El ancho de la hoja se midió con la ayuda de una cinta métrica, la medida se tomó en el centro de la hoja y casi todas las plantas tienen la mitad de la longitud de la hoja esta medida se expresó en cm (**Figura 17**).



Figura 17: Medición del ancho de la hoja

Fuente: Autor

3.6.5. Longitud de la hoja

La longitud de la hoja fue tomada en los días 90, con la ayuda de una cinta métrica se tomó la medida desde el limbo hasta el ápice de la hoja y se expresó en cm (**Figura 18**).



Figura 18: Medición de longitud de la hoja.

Fuente: Autor

3.6.6. Dinámica de crecimiento

Para la dinámica de crecimiento se tomó las alturas cada 15; 30; 45; 60; 75 y 90 días, se midió desde la base del tallo hasta su ramificación en V y a este valor se expresó en cm (**Figura 19**).



Figura 19: Dinámica de crecimiento.

3.6.7. *Porcentaje de prendimiento*

El porcentaje de prendimiento se tomó a los 90 días, para ello se realizó un conteo de las plantas muertas de cada tratamiento y se sacó el porcentaje de cada unidad experimental la cual fue expresada en unidades (**Figura 20**).



Figura 20: Porcentaje de prendimiento

Fuente: Autor

3.6.8. *Número de raíces*

A los 90 días se seleccionaron 3 plantas al azar por cada tratamiento y se realizó el conteo de todas las raíces la cual fue expresada en unidades (**Figura 21**).



Figura 21: Conteo de raíces.

Fuente: Autor

3.6.9. Longitud de raíz

A los 90 días se midió la longitud de la raíz, para ello se utilizaron tres plantas por cada tratamiento y se tomó medidas de todas las raíces y al final se promedió cuyo valor se expresó en cm (**Figura 22**).



Figura 22: Longitud de raíz

Fuente: Autor

3.6.10. Peso fresco de raíces

Después de tomar la longitud de las raíces se procedió a cortar y limpiar toda la raíz, para poder pesarla en fresco y el resultado se expresó en gramos (**Figura 23**).



Figura 23: Peso fresco de raíz

Fuente: Autor

3.6.11. *Peso seco de raíces*

Una vez tomada la medida del peso fresco se le puso en papel aluminio y se le puso a secar en la estufa a 110 grados por un periodo de 24 horas, después se pesó y ha este valor se expresó en gramos (**Figura 24**).



Figura 24: Peso seco de raíces

Fuente: Autor

3.6.12. *Peso fresco de biomasa*

El peso de la biomasa se tomó a los 90 días, se sacaron todas las raíces y se pesó el rizoma, tallo y hojas (**Figura 25**), este valor se expresó en gramos.



Figura 25: Biomasa fresca

Fuente: Autor

3.6.13. *Peso seco de biomasa*

Una vez pesada biomasa fresca se procedió a secar en la estufa (**Figura 26**) a 110 grados por un periodo de 24 horas y su peso fue expresada en gramos.



Figura 26: secado de la biomasa

Fuente: Autor

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Parámetros cuantitativos

4.1.1. Número de hojas

Según la prueba de inter-sujetos (ANOVA) muestra que en el número de hojas no existen diferencias significativas entre las variedades y tratamientos, al poseer un p-valor superior al nivel de significancia de 0.05, por ello, no existen efectos sobre la variable de números de hojas (**Tabla 4**).

Tabla 4: Prueba de efectos de inter-sujetos para el número de hojas

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	83,292	11	7,572	1,578	,115
Interceptación	1313,408	1	1313,408	273,680	,000
Variedades	30,217	2	15,108	3,148	,047
Tratamientos	19,625	3	6,542	1,363	,258
Variedades * Tratamientos	33,450	6	5,575	1,162	,332
Error	518,300	108	4,799		
Total	1915,000	120			
Total, corregido	601,592	119			

La prueba de comparaciones y rango múltiples de Duncan muestra que la variedad de Grand Nain alcanzó el mayor número de hojas con una media de 5 unidades con una dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón, seguido

de la variedad Cavendish que alcanzó un valor de 4 unidades con la dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón y de 100 gramos de microorganismos eficientes + 5 gramos de bio-carbón, y por último la variedad de Williams con un valor de 3 unidades cuando se le aplicó las 3 primeras dosis (**Gráfico 1**).

(Ajila, 2021), manifiesta que con un sustrato de suelo + turba + piedra pómez obtuvo mayor número de hojas en la variedad de Williams, sin embargo, obtuvo resultados menores con el uso de suelo + cascarilla de arroz + biocarbón.

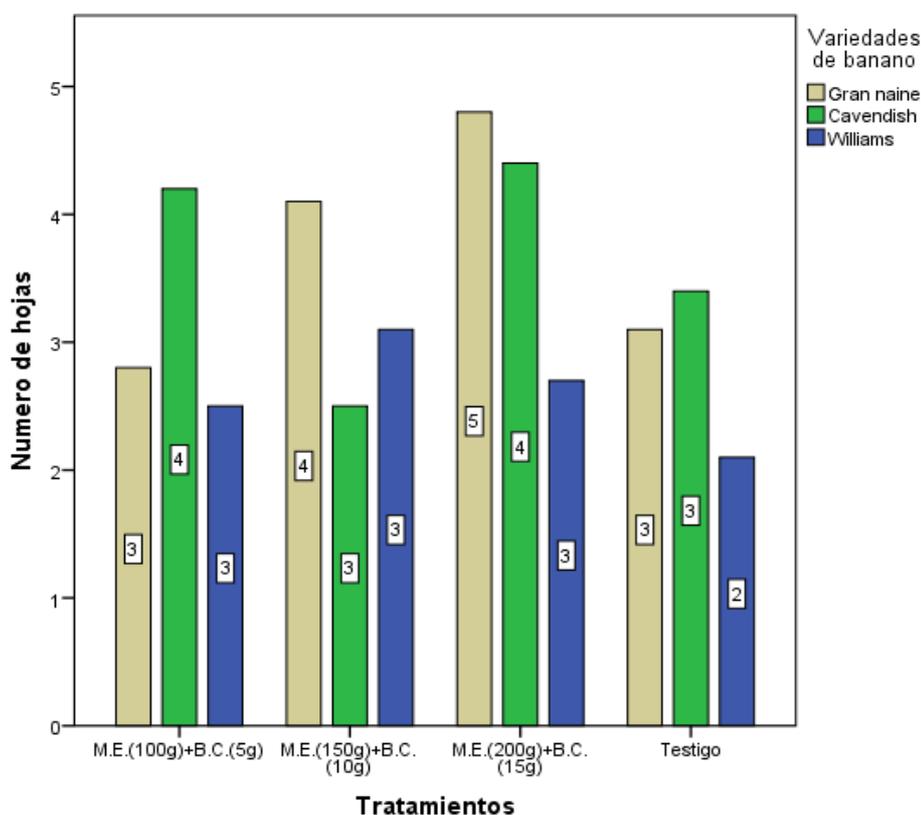


Gráfico 1. Efecto de los diversos tratamientos sobre las variedades de banano en el número de hojas

4.1.2. Longitud del tallo

Según la prueba de inter-sujetos (ANOVA) muestra que en la longitud del tallo existen diferencias significativas entre las variedades y tratamientos, al poseer un p-valor inferior al nivel de significancia de 0.05, por ello, existen efectos sobre la variable de la longitud del tallo de los cormos de banano (**Tabla 5**).

Tabla 5: Prueba de efectos de inter-sujetos para la longitud del tallo

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	1016,900	11	92,445	5,527	,000
Interceptación	6134,700	1	6134,700	366,778	,000
Variedades	544,050	2	272,025	16,264	,000
Tratamientos	234,967	3	78,322	4,683	,004
Variedades *	237,883	6	39,647	2,370	,034
Tratamientos					
Error	1806,400	108	16,726		
Total	8958,000	120			
Total, corregido	2823,300	119			

La prueba de comparaciones y rango múltiples de Duncan muestra que la variedad de Grand Nain alcanzó la máxima longitud del tallo de 14 cm de media con una dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón, seguido de la variedad Cavendish que alcanzó longitud del tallo de 9 cm con una dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón y por último la variedad de Williams con una longitud de tallo de 5 cm con la aplicación de las 3 primeras dosis (**Gráfico 2**).

(Ortiz, 2019). Indica que con la aplicación semanal del bioestimulante VIUSID se obtienen mayor longitud de plantas de banano esto se debe a que este regulador de crecimiento estimula y promueve el desarrollo de las plantas.

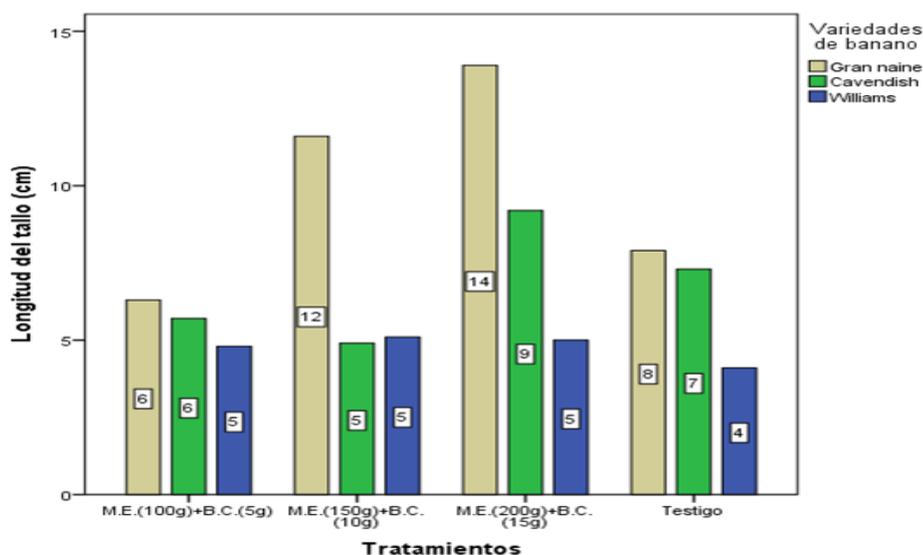


Gráfico 2: Efecto de los diversos tratamientos sobre las variedades de banano en la longitud del tallo

4.1.3. Diámetro del tallo

Según la prueba de inter-sujetos (ANOVA) muestra que en el diámetro del tallo no existen diferencias significativas entre las variedades y tratamientos, al poseer un p-valor superior al nivel de significancia de 0.05, por ello, no existen efectos sobre la variable del diámetro del tallo (Tabla 6).

Tabla 6. Prueba de efectos de inter-sujetos para el diámetro del tallo

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	927,700	11	84,336	2,455	,009
Interceptación	12362,700	1	12362,700	359,923	,000
Variedades	552,150	2	276,075	8,038	,001
Tratamientos	215,367	3	71,789	2,090	,106
Variedades *	160,183	6	26,697	,777	,590
Tratamientos					
Error	3709,600	108	34,348		
Total	17000,000	120			

La prueba de comparaciones y rango múltiples de Duncan muestra que la variedad de Grand Nain alcanzó el máximo diámetro del tallo con 16 mm de media con una aplicación de dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón, seguido de la variedad Cavendish que alcanzó una media del diámetro del tallo de 12 mm con una aplicación de dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón y por último la variedad de Williams con una media de diámetro del tallo de 9 mm con una aplicación de dosis de 150 gramos de microorganismos eficientes + 10 gramos de bio-carbón. En la variedad Williams y Cavendish estos resultados son similares a los obtenidos por (Cabanilla, 2005) con mezclas de compost + aserrín y arena (**Gráfico 3**).

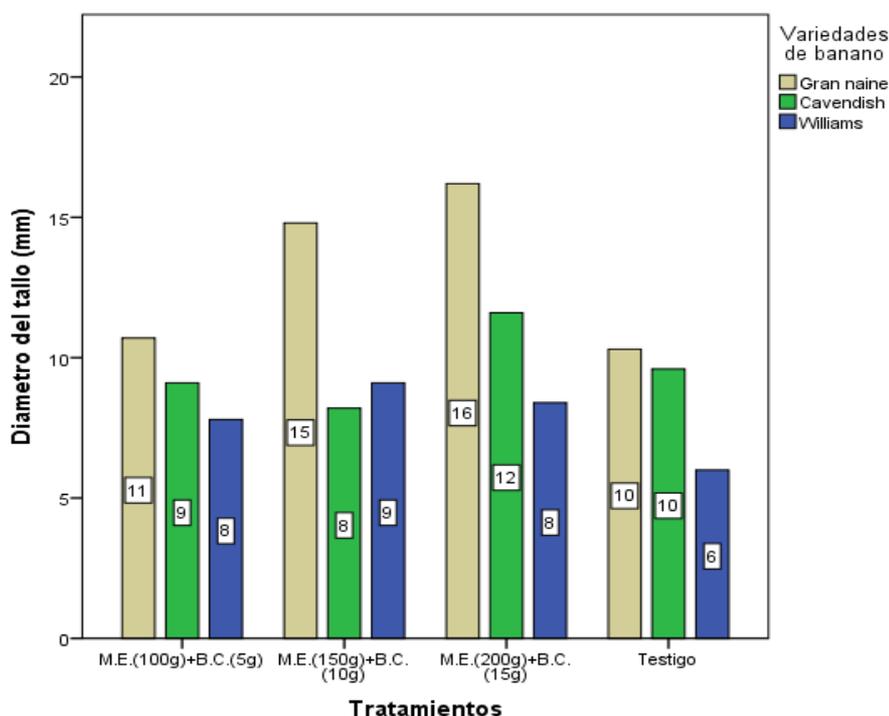


Gráfico 3: Efecto de los diversos tratamientos sobre las variedades de banano en el diámetro del tallo

4.1.4. Ancho de la hoja

Según la prueba de inter-sujetos (ANOVA) muestra que en el ancho de la hoja no existen diferencias significativas entre las variedades y tratamientos, al poseer un p-valor superior al nivel de significancia de 0.05, por ello, no existen efectos sobre la variable del ancho de la hoja (**Tabla 7**).

Tabla 7: Prueba de efectos de inter-sujetos para el ancho de la hoja

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	485,446	11	44,131	2,062	,029
Interceptación	7800,308	1	7800,308	364,428	,000
Variedades	244,188	2	122,094	5,704	,004
Tratamientos	159,713	3	53,238	2,487	,064
Variedades *	81,545	6	13,591	,635	,702
Tratamientos					
Error	2311,661	108	21,404		
Total	10597,415	120			
Total, corregido	2797,107	119			

La prueba de comparaciones y rango múltiples de Duncan muestra que la variedad de Grand Nain alcanzó el máximo valor del ancho de la hoja con una media de 11.44 cm con una aplicación de dosis de 150 gramos de microorganismos eficientes + 10 gramos de bio-carbón, seguido de la variedad Cavendish que alcanzo una media del ancho de la hoja de 9.93 cm con una aplicación de dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón y por último la variedad de Williams con una media del ancho

de la hoja de 8.35 cm con una aplicación de dosis de 150 gramos de microorganismos eficientes + 10 gramos de bio-carbón (**Gráfico 4**).

(Aspiazu, 2014), afirma que se obtienen mejores resultados si le agregamos hormonas como citoquininas y giberelinas debido a que aceleran la división celular por lo que las plantas sienten la nutrición y aceleran el crecimiento.

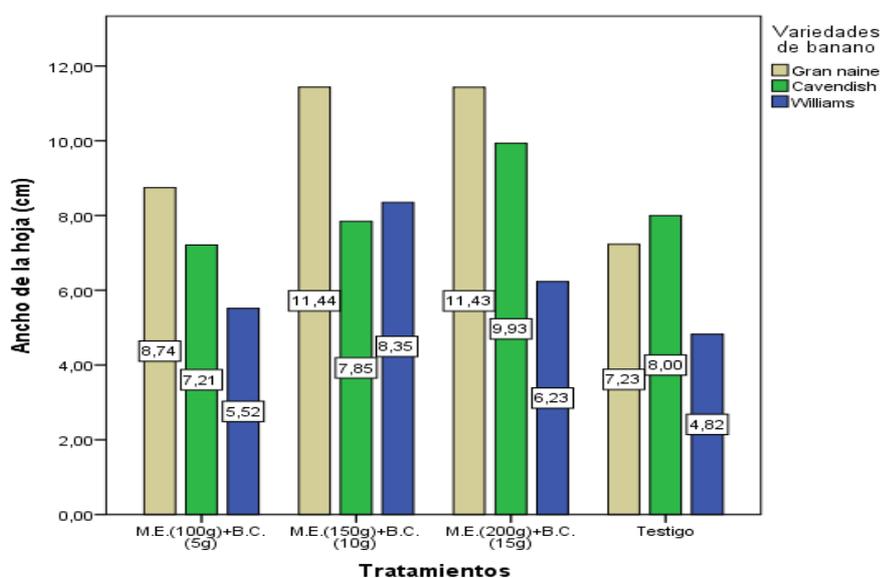


Gráfico 4: Efecto de los diversos tratamientos sobre las variedades de banano en el diámetro del tallo

4.1.5. Largo de la hoja

Según la prueba de inter-sujetos (ANOVA) muestra que en el largo de la hoja no existen diferencias significativas entre las variedades y tratamientos, al poseer un p-valor superior al nivel de significancia de 0.05, por ello, no existen efectos sobre la variable del largo de la hoja (**Tabla 8**).

Tabla 8: Prueba de efectos de inter-sujetos para el largo de la hoja

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	1911,099	11	173,736	2,016	,034
Interceptación	31271,897	1	31271,897	362,834	,000
Variedades	977,755	2	488,878	5,672	,005
Tratamientos	600,735	3	200,245	2,323	,079
Variedades *	332,609	6	55,435	,643	,695
Tratamientos					
Error	9308,301	108	86,188		
Total	42491,297	120			
Total, corregido	11219,400	119			

La prueba de comparaciones y rango múltiples de Duncan muestra que la variedad de Grand Nain alcanzó el máximo valor del largo de la hoja con una media de 22.90 cm con una aplicación de dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón, seguido de la variedad Cavendish que alcanzó una media del largo de la hoja de 19.88 cm con una aplicación de dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón y por último la variedad de Williams con una media del largo de la hoja de 16.47 cm con una aplicación de dosis de 150 gramos de microorganismos eficientes + 10 gramos de bio-carbón (**Gráfico 5**).

(Aspiazu, 2014), obtuvo mayores resultados con aplicación de hormonas giberelinas, debido a que tiene efecto en la elongación celular y aumenta el crecimiento de la planta y por ende el largo de las hojas.

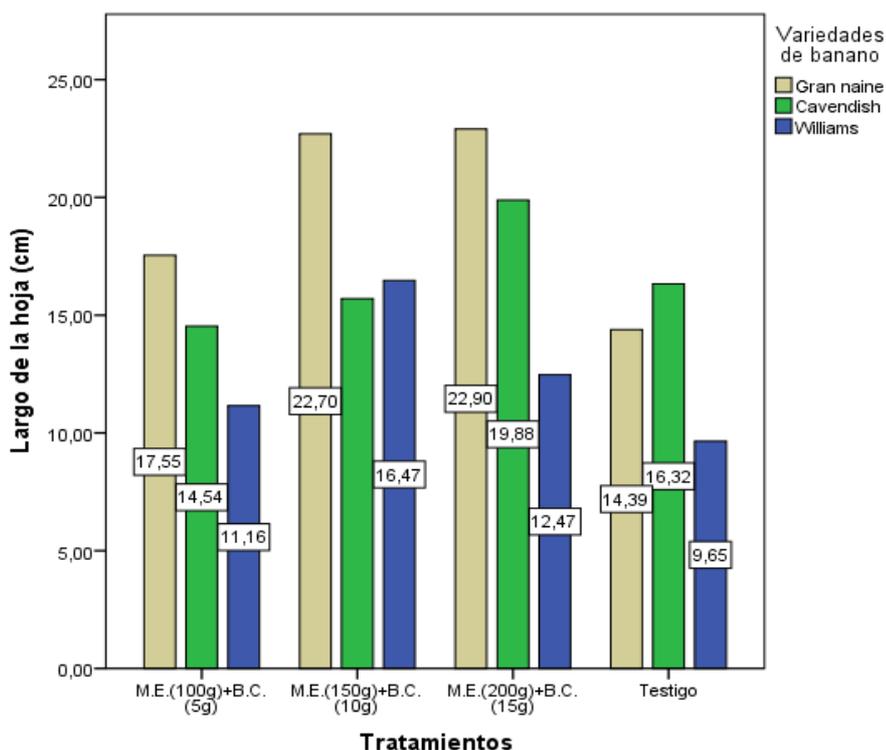


Gráfico 5: Efecto de los diversos tratamientos sobre las variedades de banano en el largo de la hoja

4.1.6. Dinámica de crecimiento de la longitud del tallo

La prueba de efectos de inter-sujetos (ANOVA) muestra que en el primer momento de medición no existen diferencia alguna, ya que no se presentaron datos de la longitud del tallo, mientras que en los 30 y 45 ddp (días después de la plantación) no hubo diferencias significativas entre las variedades y tratamientos al presentar un p-valor por encima del 0.05; a partir de los 60 ddp en adelante se pudo observar la presencia de diferencias altamente significativas debido a que el p-valor se encontró por debajo del nivel de significancia 0.05, y por tanto, hubieron efectos sobre la variable longitud de tallo (Tabla 9).

Tabla 9: Prueba de efectos de inter-sujetos para la longitud del tallo en diferentes momentos de medición

Pruebas de efectos inter-sujetos						
Momento de la medición	Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
15 ddp	Modelo corregido	,000	11	,000	.	.
	Interceptación	,000	1	,000	.	.
	Variedades	,000	2	,000	.	.
	Tratamientos	,000	3	,000	.	.
	Variedades *					
	Tratamientos	,000	6	,000	.	.
	Error	,000	108	,000		
	Total	,000	120			
	Total, corregido	,000	119			
30 ddp	Modelo corregido	3,224	11	,293	4,335	,000
	Interceptación	15,581	1	15,581	230,478	,000
	Variedades	3,077	2	1,538	22,755	,000
	Tratamientos	,113	3	,038	,558	,644
	Variedades *					
	Tratamientos	,034	6	,006	,084	,998
	Error	7,301	108	,068		
	Total	26,106	120			
Total, corregido	10,525	119				
45 ddp	Modelo corregido	42,385	11	3,853	4,564	,000
	Interceptación	192,508	1	192,508	228,017	,000
	Variedades	27,837	2	13,919	16,486	,000
	Tratamientos	8,324	3	2,775	3,286	,024
	Variedades *					
	Tratamientos	6,224	6	1,037	1,229	,297
	Error	91,181	108	,844		
	Total	326,074	120			
Total, corregido	133,566	119				
60 ddp	Modelo corregido	247,606	11	22,510	7,097	,000
	Interceptación	876,799	1	876,799	276,437	,000
	Variedades	133,610	2	66,805	21,062	,000

	Tratamientos	57,064	3	19,021	5,997	,001
	Variedades *	56,933	6	9,489	2,992	,010
	Tratamientos	342,553	108	3,172		
	Error	1466,959	120			
	Total	590,160	119			
	Total, corregido					
	Modelo corregido	676,799	11	61,527	6,987	,000
	Interceptación	2880,220	1	2880,220	327,081	,000
	Variedades	346,629	2	173,314	19,682	,000
75 ddp	Tratamientos	165,575	3	55,192	6,268	,001
	Variedades *	164,595	6	27,433	3,115	,007
	Tratamientos	951,031	108	8,806		
	Error	4508,050	120			
	Total	1627,830	119			
	Total, corregido					
	Modelo corregido	1016,900	11	92,445	5,527	,000
	Interceptación	6134,700	1	6134,700	366,778	,000
	Variedades	544,050	2	272,025	16,264	,000
90 ddp	Tratamientos	234,967	3	78,322	4,683	,004
	Variedades *	237,883	6	39,647	2,370	,034
	Tratamientos	1806,400	108	16,726		
	Error	8958,000	120			
	Total	2823,300	119			
	Total, corregido					

La dinámica de crecimiento de la longitud del tallo es nula en los primeros 15 días al no presentar valores probablemente se deba al tiempo de prendimiento, pero a partir del siguiente momento de medición las variedades presentan una dinámica más acelerada, al incrementarse los valores estadísticos desde los 45 ddp, siendo la variedad Gran Nain que repunta en todos los tratamientos, pero con la aplicación de la dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón obtuvo la máxima longitud con una media de 13.9 cm, seguido de la variedad Cavendish (9.2 cm) que tuvieron las mayores longitudes con la aplicación de la dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón en la variedad Williams (5.1 cm) mostró mayor longitud el tratamiento 2 que fue la aplicación de 150 gramos de microorganismos eficientes + 10 gramos de bio-carbón (**Gráfico 6**).

Según (Moreta, 2019), manifiesta que la altura de la planta varía dependiendo del peso de los cormos y de los hijos que se seleccionan que en este caso fueron hijos de agua de 200 gramos de cormo que dieron un mayor resultado que los hijos de espada.

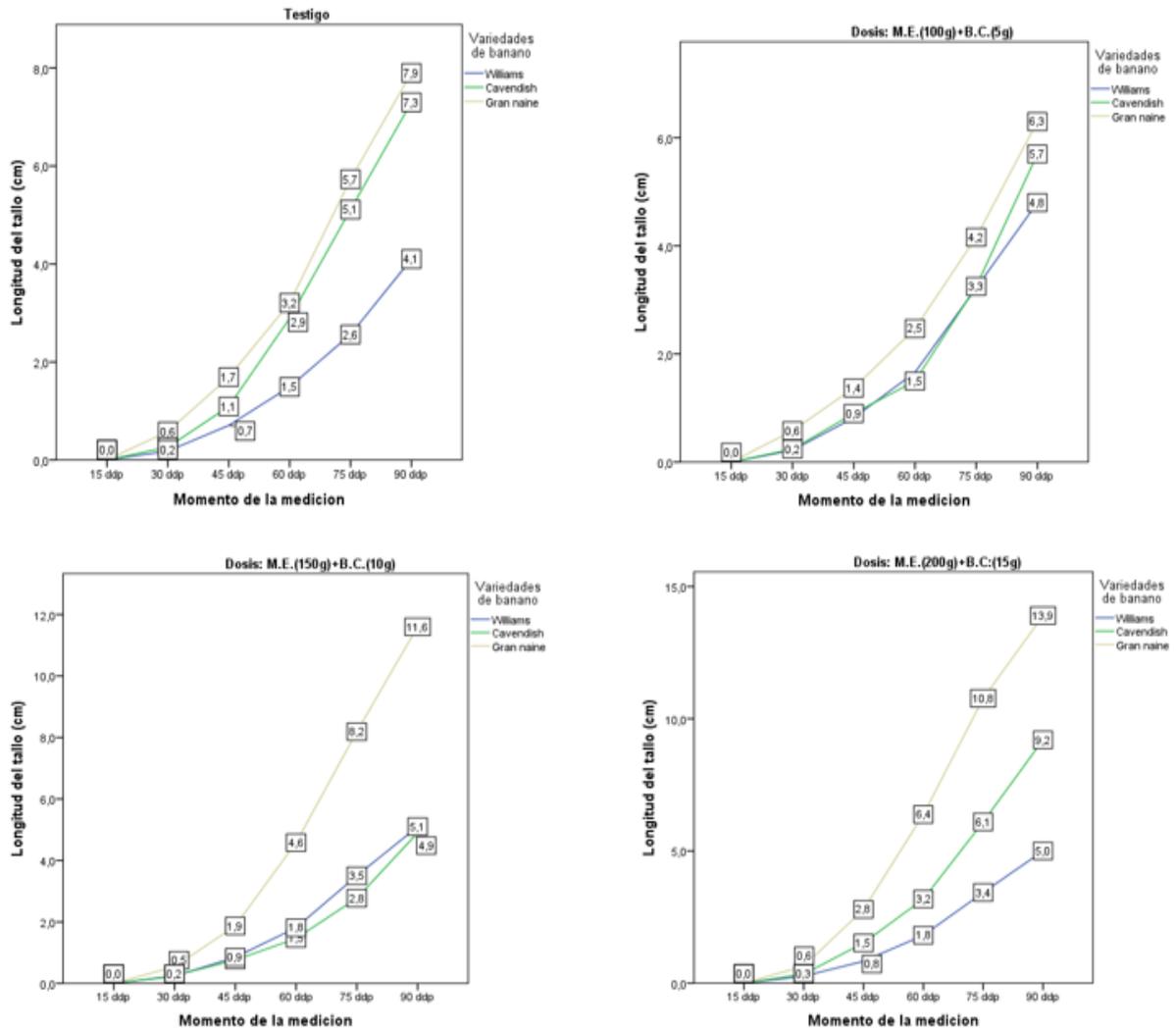


Gráfico 6: Dinámica de crecimiento de las variedades según la aplicación de tratamientos

4.1.7. Porcentaje de prendimiento

Como se puede observar en el (Gráfico 7) los mayores porcentajes de prendimiento se presentaron en la variedad Grand Nain y Cavendish que alcanzaron el 100% con la aplicación de la dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón, seguido de la variedad William alcanzo un 86.67% con la aplicación de la dosis

de 100 gramos de microorganismos eficientes + 5 gramos de bio-carbón. Mientras que con los demás tratamientos no se logró grandes resultados.

(Ajila, 2021), obtuvo resultados menores en cuanto al de la variedad Williams, con una mezcla de suelo + turba + piedra pómez y suelo + cascarilla de arroz + biocarbón por lo que se afirma que la presencia de microorganismos eficientes ayuda a la germinación de las plantas

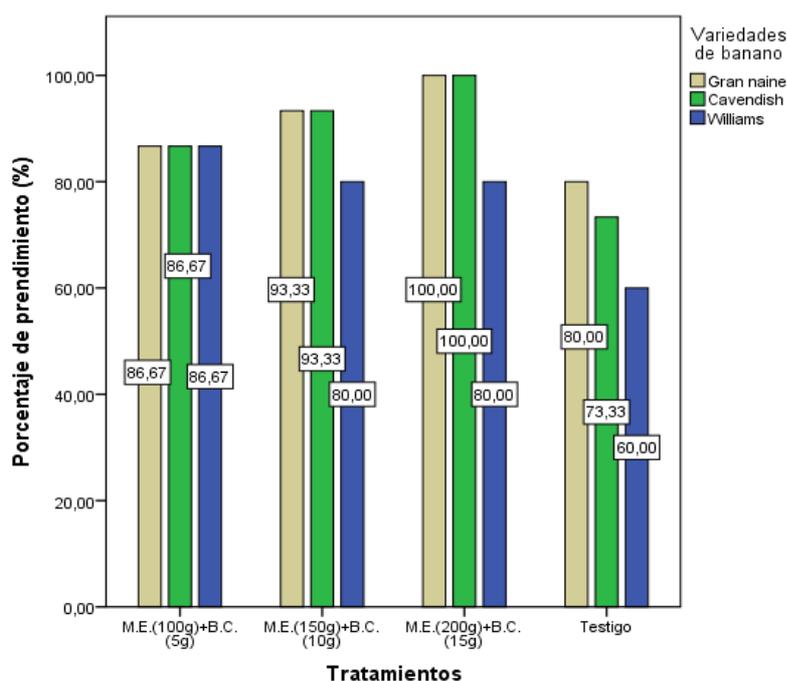


Gráfico 7: Porcentaje de prendimiento

4.1.8. Número de raíces

Según la prueba de inter-sujetos (ANOVA) muestra que en el número de raíces existen diferencias altamente significativas entre las variedades y tratamientos, al poseer un p-valor inferior al nivel de significancia de 0.05, por ello, existen efectos sobre la variable del número de raíces (**Tabla 10**).

Tabla 10: Prueba de efectos de inter-sujetos para el número de raíces

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	2854,889 ^a	11	259,535	19,029	,000
Interceptación	16213,778	1	16213,778	1188,790	,000
Variedades	704,389	2	352,194	25,823	,000
Tratamientos	1312,000	3	437,333	32,065	,000
Variedades *	838,500	6	139,750	10,246	,000
Tratamientos					
Error	327,333	24	13,639		
Total	19396,000	36			
Total corregido	3182,222	35			

La prueba de comparaciones y rango múltiples de Duncan muestra que la variedad de Grand Nain alcanzó el máximo valor de número de raíces con una media de 45 unidades con una aplicación de dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón, seguido de la variedad Cavendish que alcanzo una media del número de hojas de 32 unidades con una aplicación de dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón y por último la variedad de Williams con una media de número de raíces de 17 unidades con una aplicación de dosis de 150 gramos de microorganismos eficientes + 10 gramos de bio-carbón (**Gráfico 8**).

(Vargas et al., 2011), manifiesta que el número y peso de raíces, varía dependiendo de la calidad de los nutrientes que sostiene la planta a mayor cantidad de nutrientes más número de raíces.

(Aspiazu, 2014), afirma que con la aplicación de biorreguladores de crecimiento como giberelinas y citoquinina obtuvo mayores resultados en número de raíces, según lo expuesto en la investigación deduce que la aplicación de hormonas ayuda a la estimulación de raíces.

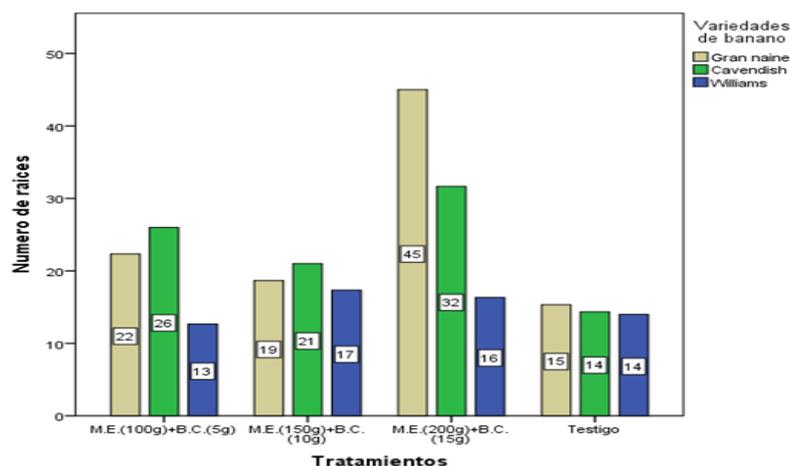


Gráfico 8: Efecto de los diversos tratamientos sobre las variedades de banano en el número de raíces

4.1.9. Longitud de raíces

Según la prueba de inter-sujetos (ANOVA) muestra que en la longitud de raíces existen diferencias significativas entre las variedades y tratamientos, al poseer un p-valor inferior al nivel de significancia de 0.05, por ello, existen efectos sobre la variable del largo de raíces (Tabla 11).

Tabla 11: Prueba de efectos de inter-sujetos para el largo de raíces

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	566,202 ^a	11	51,473	5,866	,000
Interceptación	7632,934	1	7632,934	869,851	,000
Variedades	199,985	2	99,993	11,395	,000
Tratamientos	200,164	3	66,721	7,604	,001
Variedades * Tratamientos	166,053	6	27,675	3,154	,020
Error	210,600	24	8,775		
Total	8409,737	36			
Total, corregido	776,802	35			

La prueba de comparaciones y rango múltiples de Duncan muestra que la variedad de Grand Nain alcanzó el máximo valor de longitud de las raíces, con una media de 24.28 cm con una aplicación de dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón, seguido de la variedad Cavendish que alcanzó una media del largo de la hoja de 17.94 cm con una aplicación de dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón y por último la variedad de Williams con una media del largo de la hoja de 15,47 cm con una aplicación de dosis de 150 gramos de microorganismos eficientes + 10 gramos de bio-carbón (**Gráfico 9**).

Según (Moreta, 2019), el tamaño de la raíz no es determinante en vivero ya que un sistema radicular menos desarrollado puede soportar el crecimiento de una planta vigorosa mientras tenga suficiente suministro de agua y una buena mezcla de nutrientes.

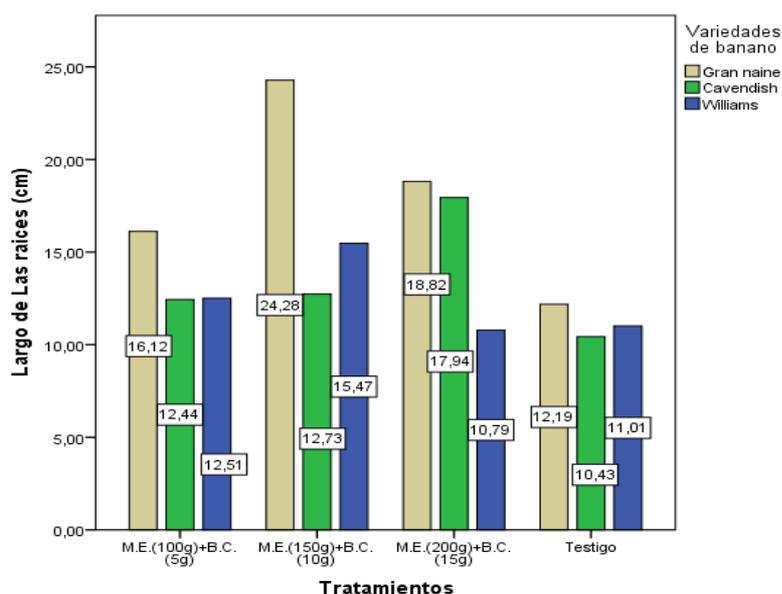


Gráfico 9: Efecto de los diversos tratamientos sobre las variedades de banano en el largo de las raíces

4.1.10. Peso fresco de raíces

Según la prueba de inter-sujetos (ANOVA) muestra que en el peso fresco de las raíces existen diferencias altamente significativas entre las variedades y tratamientos, al poseer un p-valor inferior al nivel de significancia de 0.05, por ello, existen efectos sobre la variable del peso fresco de raíces (**Tabla 12**).

Tabla 12: Prueba de efectos de inter-sujetos para el peso fresco de raíces

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	1535,309a	11	139,574	74,989	,000
Interceptación	3489,265	1	3489,265	1874,681	,000
Variedades	432,780	2	216,390	116,260	,000
Tratamientos	744,426	3	248,142	133,320	,000
Variedades *	358,103	6	59,684	32,066	,000
Tratamientos					
Error	44,670	24	1,861		
Total	5069,244	36			
Total, corregido	1579,979	35			

La prueba de comparaciones y rango múltiples de Duncan muestra que la variedad de Grand Nain alcanzó el máximo valor de peso fresco de las raíces con una media de 24.73 g con una aplicación de dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón, seguido de la variedad Cavendish que alcanzó una media del peso fresco de las raíces de 19.16 g con una aplicación de dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón y por último la variedad de Williams con una media del peso fresco de las raíces de 6.92 g con una aplicación de dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón (**Gráfico 10**).

Según (Aspiazu, 2014), se obtienen mejores resultados con la aplicación de 20 ml de hormonas giberelinas o citoquininas debido a que aumenta el crecimiento radicular por lo que genera mayor peso.

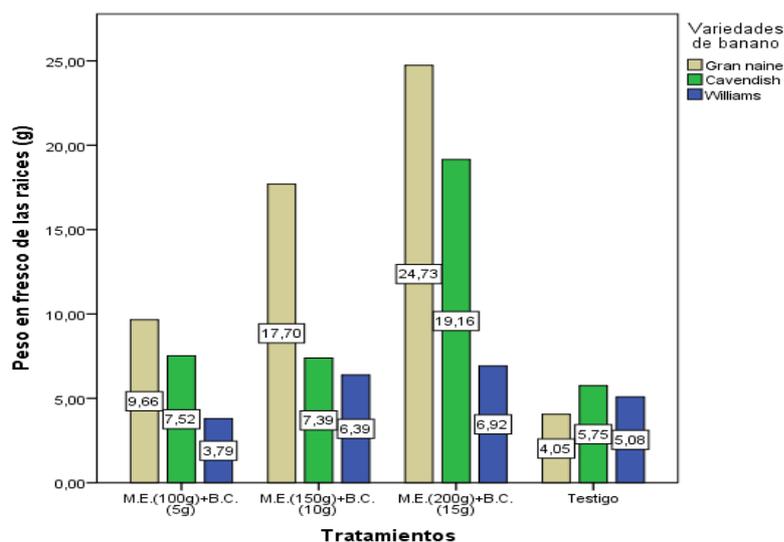


Gráfico 10: Efecto de los diversos tratamientos sobre las variedades de banano en el peso fresco de raíces

4.1.11. Peso seco de raíces

Según la prueba de inter-sujetos (ANOVA) muestra que en el peso seco de las raíces existen diferencias altamente significativas entre las variedades y tratamientos, al poseer un p-valor inferior al nivel de significancia de 0.05, por ello, existen efectos sobre la variable del peso seco de raíces (**Tabla 13**).

Tabla 13: Prueba de efectos de inter-sujetos para el peso seco de raíces

Origen	Pruebas de efectos inter-sujetos			F	Sig.
	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio		
Modelo corregido	12,346 ^a	11	1,122	37,123	,000
Interceptación	25,234	1	25,234	834,638	,000
Variedades	3,340	2	1,670	55,234	,000
Tratamientos	4,810	3	1,603	53,033	,000
Variedades *	4,196	6	,699	23,130	,000
Tratamientos					
Error	,726	24	,030		
Total	38,305	36			
Total, corregido	13,071	35			

La prueba de comparaciones y rango múltiples de Duncan muestra que la variedad de Grand Nain alcanzó el máximo valor de peso seco de las raíces con una media de 2.53 g con una aplicación de dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón, seguido de la variedad Cavendish que alcanzó una media del peso seco de las raíces de 1.17 g con una aplicación de dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón y por último la variedad de Williams con una media del peso seco de las raíces de 0.59 g con una aplicación de dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón (**Gráfico 11**).

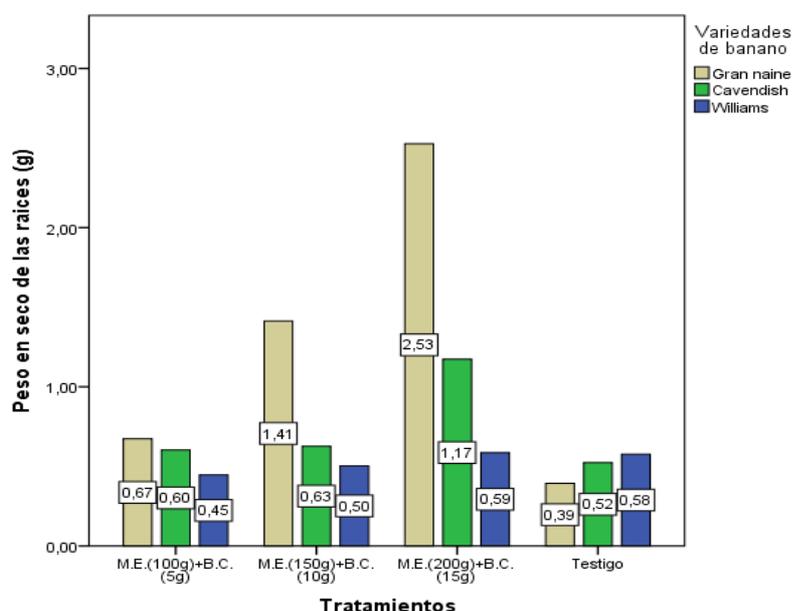


Gráfico 11: Efecto de los diversos tratamientos sobre las variedades de banano en el peso seco de raíces

4.1.12. Peso fresco de biomasa

Según la prueba de inter-sujetos (ANOVA) muestra que en el peso fresco de la biomasa existen diferencias significativas entre las variedades y tratamientos, al poseer un p-valor inferior al nivel de significancia de 0.05, por ello, existen efectos sobre la variable del peso fresco de biomasa (**Tabla 14**).

Tabla 14: Prueba de efectos de inter-sujetos para el peso fresco de biomasa

Pruebas de efectos inter-sujetos

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	159084,006 ^a	11	14462,182	7,550	,000
Interceptación	2088935,449	1	2088935,449	1090,545	,000
Variedades	8088,765	2	4044,382	2,111	,143
Tratamientos	91806,883	3	30602,294	15,976	,000
Variedades *	59188,358	6	9864,726	5,150	,002
Tratamientos					
Error	45971,919	24	1915,497		
Total	2293991,374	36			
Total, corregido	205055,925	35			

La prueba de comparaciones y rango múltiples de Duncan muestra que la variedad de Grand Nain alcanzó el máximo valor de peso fresco de la biomasa con una media de 387.98 g con una aplicación de dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón, seguido de la variedad William que alcanzó una media del peso fresco de biomasa de 311.33 g con una aplicación de dosis de 150 gramos de microorganismos eficientes + 10 gramos de bio-carbón y por último la variedad de Cavendish con una media del peso fresco de biomasa de 283.64 g con una aplicación de dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón (**Gráfico 12**).

(Ajila, 2021), manifiesta que obtuvo menores resultados con la aplicación de suelo, cascarilla de arroz y biocarbón lo que hace referencia que los microorganismos eficientes ayudan al crecimiento de la planta por lo que genera mayor peso en la biomasa.

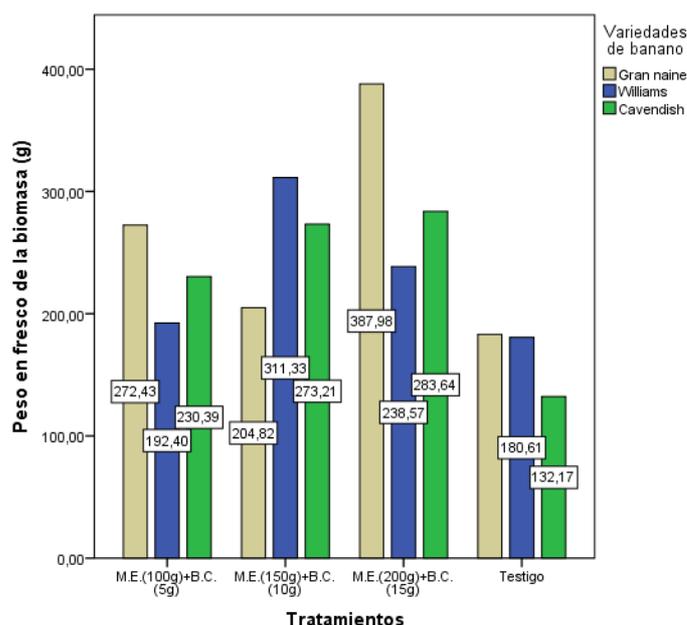


Gráfico 12: Efecto de los diversos tratamientos sobre las variedades de banano en el peso fresco de biomasa

4.1.13. Peso seco de biomasa

Según la prueba de inter-sujetos (ANOVA) muestra que en el peso seco de la biomasa existen diferencias significativas entre las variedades y tratamientos, al poseer un p-valor inferior al nivel de significancia de 0.05, por ello, existen efectos sobre la variable del peso seco de la biomasa (Tabla 15).

Tabla 15: Prueba de efectos de inter-sujetos para el peso seco de biomasa

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	1130,250 ^a	11	102,750	7,920	,000
Interceptación	14576,538	1	14576,538	1123,501	,000
Variedades	53,136	2	26,568	2,048	,151
Tratamientos	678,215	3	226,072	17,425	,000
Variedades * Tratamientos	398,899	6	66,483	5,124	,002
Error	311,381	24	12,974		
Total	16018,169	36			
Total, corregido	1441,631	35			

La prueba de comparaciones y rango múltiples de Duncan muestra que la variedad de Grand Nain alcanzó el máximo valor de peso seco de la biomasa con una media de 30.42 g con una aplicación de dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón, seguido de la variedad Cavendish que alcanzó una media del peso seco de biomasa de 29.19 g con una aplicación de dosis de 150 gramos de microorganismos eficientes + 10 gramos de bio-carbón y por último la variedad de Williams con una media del peso seco de biomasa de 22.98 g con una aplicación de dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón (**Gráfico 13**).

(Russo et al., 1995), describe que obtuvo resultados menores con la aplicación quincenal de extracto húmico de compostaje hecho a base de raquis de banano, por lo que podemos deducir que la mezcla de microorganismos y biocarbón son más eficientes.

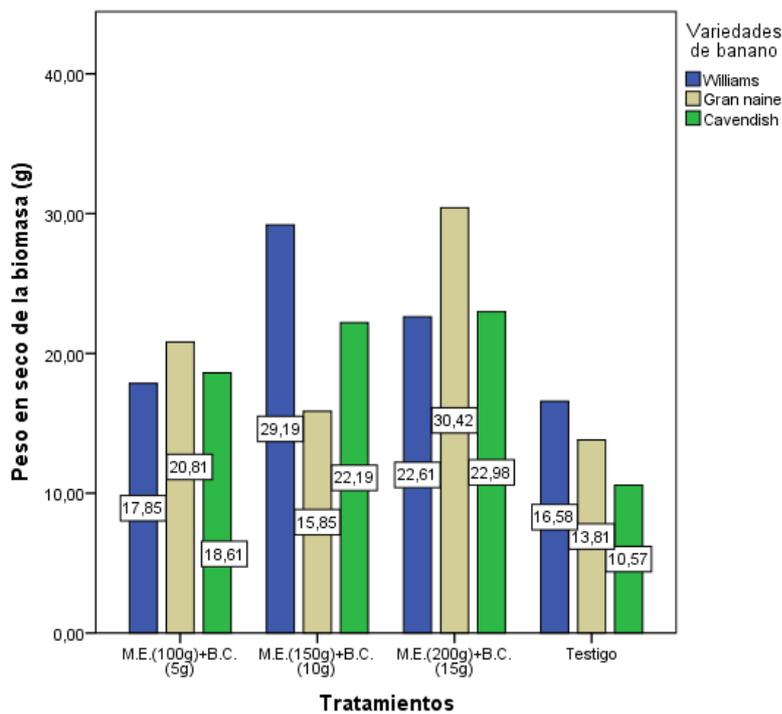


Gráfico 13: Efecto de los diversos tratamientos sobre las variedades de banano en el peso seco de biomasa

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

- Se evidenció la incidencia de las plántulas de banano en vivero con respecto a las aplicaciones de las diferentes dosis de los tratamientos. Estableciendo que en orden jerárquico la variedad Grand Nain con el tratamiento de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón se desarrolló de mejor manera al obtener estadísticamente los máximos valores en la altura del tallo, diámetro del tallo, ancho de la hoja, largo de la hoja y número de hojas; seguido de la variedad Cavendish que se desarrolló mejor con el tratamiento de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón y por último la variedad William que presentó valores decentes con el tratamiento de 150 gramos de microorganismos eficientes + 10 gramos de bio-carbón.
- Se determinó que la variedad Grand Nain y Cavendish con la aplicación del tratamiento de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón alcanzaron el 100% de prendimiento, mientras que la variedad William con la aplicación del tratamiento de 100 gramos de microorganismos eficientes + 5 gramos de bio-carbón logró llegar a un 86.67%.
- Se evidenció la incidencia de las plántulas de banano en vivero con respecto a las aplicaciones de las diferentes dosis de los tratamientos. Estableciendo que en orden jerárquico la variedad Grand Nain con el tratamiento de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón se desarrolló de mejor manera al obtener estadísticamente los máximos valores en el número de raíces, largo de raíces, pesos fresco y seco de biomasa; seguido de la variedad Cavendish que se desarrolló mejor con el tratamiento de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón y por último la variedad William que presento valores decentes con el tratamiento de 150 gramos de microorganismos eficientes + 10 gramos de bio-carbón.

CAPÍTULO VI

6. RECOMENDACIONES

En base al trabajo realizado en el área experimental se recomienda sembrar los mayores porcentajes de prendimiento en este caso fue el tratamiento 3 de la variedad Grand Nain y Cavendish que alcanzaron el 100% con la aplicación de la dosis de 200 gramos de microorganismos eficientes + 15 gramos de bio-carbón, y para la variedad William el tratamiento 1 que alcanzó un 87.7% con la aplicación de la dosis de 100 gramos de microorganismos eficientes + 5 gramos de bio-carbón.

CAPITULO VII

7. BIBLIOGRAFÍA

- Ajila, G. L. G. (2021). Evaluación de sustratos orgánicos en la propagación del Banano (musa x paradisiaca L.) clon williams en vivero. In *Universidad Técnica de Machala*. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15166>
- Alachán, A. (2016). Una fruta excepcionaal Beneficios del banano. *Revista Estilo Hondureña*. <https://www.revistaestilo.net/estilodevida/997881-444/beneficios-del-banano>
- Alban, E. (2014). “ *Evaluacion De La Eficacia De Citoquinina (Cytokin) Y Un Inductor Carbónico (Carboroot) En Tres Dosis Y En Dos Épocas En El Rendimiento De Banano De Variedad Gran Enana , Cantón Quininde De La Provincia De Esmeraldas*. [http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/3297/1/13T0778 .pdf](http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/3297/1/13T0778.pdf)
- Aspiazu, R. I. (2014). *Propagación vegetativa de cebollines de banano (Mussa paradisiaca) variedad Cavendish mediante la aplicación de tres hormonas en el cantón Buena Fe*. 97. <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/488>
- Benítez, L. B. C., Castillo, T. P. A., & Narváez, R. M. (2016). Importancia de la producción de banano orgánico. Caso: provincia El Oro, Ecuador. *Revista Científica de La Universidad Cienfuegos*, 8(2), 64: 71. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v8n3/rus08316.pdf>
- Cabanilla, V. E. (2005). *Evaluación del efecto de Mycoral en el desarrollo de meristemos de banano en tres sustratos y dos dosis de fertilización en vivero en Honduras*. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5194/1/CPA-2005-T011.pdf>
- Camacho, M. (2014). Los páramos ecuatorianos: caracterización y consideraciones para su conservación y aprovechamiento sostenible. *Revista Anales*, 1(372), 77–92. <https://doi.org/10.29166/anales.v1i372.1241>
- Cañadas, L. C. (1983). *El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador*. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ZUMBA LUCERO VICTOR ROBERTO.pdf>
- Canchignia, M. H. F., Benavides, V. G. R., Espinoz, R. M. D., Carranza, P. M. S., Cevallos, F. O. F., & Saucedo, A. S. G. (2008). Propagación Vegetativa De Plátano Y Banano Con La Aplicación De Benzilaminopurina (6-Bap) Y Acido Indolacetico (Aia). *Revista Unidad de Investigación Científica y Tecnológica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo*, 1(1), 11–15. <https://doi.org/10.18779/cyt.v1i1.96>
- Castellón, M. K. Y., Pineda, W. B., & Córdón Suárez, E. (2017). Comportamiento agronómico del cultivo del plátano, variedad curare enano en Sandy Bay Costa Caribe Norte de Nicaragua. *Revista Ciencia e Interculturalidad*, 21(2), 115–128. <https://doi.org/10.5377/rci.v21i2.5605>
- Cedeño, G., Soplín, H., Helfgott, S., Cedeño, G., & Sotomayor, I. (2016). Aplicación de

- bioreguladores para la macro-propagación del banano cv. Williams en cámara térmica. *Revista Agronomía Mesoamericana*, 27(2), 397–408.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5800970>
- Céspedes, R. C., Fernández, T. A., & Brenes, G. S. (2011). Desarrollo del ciclo productivo y ubicación geográfica del banano de altura que se produce en el canto de Turrialba Costa Rica Development of the productive cycle and the geographical location of the banana of height produced in Turrialba, Costa Rica. *Revista de Las Sedes Regionales.*, 11(20), 92–106.
<https://www.redalyc.org/pdf/666/66619992006.pdf>
- Clare, P. (2005). El Desarrollo del Banano y la Palma Aceitera en el Pacífico Costarricense desde la Perspectiva de la Ecología Histórica. *Diálogos Revista Electrónica de Historia ISSN 1409- 469X*, 6, 308–348.
<file:///C:/Users/jonat/Downloads/6211-Texto del artículo-8570-1-10-20130108.pdf>
- Colmenares, M., & Giménez, C. (2003). Multiplicación in vitro Musa spp. mediante sistema de inmersión temporal. *Revista de La Facultad de Agronomía Caracas*, 20(4), 468–477. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182003000400007
- Coto, J. (2009). Guía para la multiplicación rápida de cormos de plátano y banano. *FHIA*, 14.
http://www.fhia.org.hn/descargas/Departamento_de_Proteccion_Vegetal/multiplicacion_rapida_de_cormos_de_platano_y_banano.pdf
- Cruz, C., Gomez, L., & Uribe, D. (2017). Manejo biológico del tamo de arroz bajo diferentes relaciones C : N empleando co- inóculos microbianos y promotores de crecimiento vegetal Bio-based management of rice straw under different C : N ratios using microbial co-inocula and plant growth promoter. *Revista Colombiana Biotecnologica*, 19(2), 47–62. <http://www.scielo.org.co/pdf/biote/v19n2/0123-3475-biote-19-02-00047.pdf>
- Delgado, A. M. del M., Miralles, D. I. H. R., Masaguer, R. A., & Martín, S. J. V. (2016). Estudio de turbas y residuos avícolas procedentes de pollo de engorde como componente de sustratos de cultivo. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 32(4), 455–462. <https://doi.org/10.20937/RICA.2016.32.04.09>
- Deras, J. R. (2019). *Evaluación de cuatro programas de nutrición en la producción de banano en la finca Guadalupana, San Manuel Cortés, Honduras*. 34.
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6682/1/CPA-2019-T021.pdf>
- Díaz, L., Barrera, J. L., & Pinilla, C. (2003). Efecto del ácido giberelico sobre el crecimiento y desarrollo del fruto de Banano (Musa AAA), en Urabá. *Revista Temas Agrarios*, 8(2), 30–36. <https://doi.org/10.21897/rta.v8i2.617>
- Escalante, A., Pérez, G., Hidalgo, C., López, J., Campo, J., Valtierra, E., & Etchevers, J. (2016). Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo Biocarbon (biochar) I: Nature, history, manufacture and use in soil. *Revista Terra Latinoamericana*, 34, 367–382. <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v34n3/2395-8030-tl-34-03-00367.pdf>
- Fao. (2020). *CAPÍTULO 1 PANORAMA GENERAL DE LA PRODUCCIÓN Y EL COMERCIO MUNDIAL DE BANANO*.

- <http://www.fao.org/3/y5102s/y5102s04.htm#TopOfPage>
- Fao. (2021). *BANANA MARKET REVIEW Preliminary results 2020*.
<http://www.fao.org/3/cb5150en/cb5150en.pdf>
- Galan, V., Rangel, A., Lopez, J., Hernandez, J. B. P., Sandoval, J., & Rocha, H. S. (2018). Propagación del banano: técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40(4).
<https://doi.org/10.1590/0100-29452018574>
- Garcés, P. R. I. (2020). Respuesta del banano Gros Michel (AAAGROUP) a diferentes dosis de ozono en condiciones de aclimatización. *Guayaquil*.
http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/50334/1/Garcés_Pilco_Richard_Iván.pdf
- Gómez, M. F. (2017). Efectos de la suma térmica en el desarrollo de racimos de banano (*Musa acuminata* AAA) en dos zonas productoras distintas. *Tesis De Pregrado*, 78.
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/5498/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-75.pdf>
- Intagri. (2018). Requerimientos de Clima y Suelo para el Cultivo de Banano. *Frutales*.
<https://www.intagri.com/articulos/frutales/requerimientos-de-clima-y-suelo-para-el-cultivo-de-banano>
- Martínez, A. A. M., & Cayón, S. G. (2011). Dinámica del Crecimiento y Desarrollo del Banano (*Musa* AAA Simmonds cvs . Gran Enano y Valery). *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 64(7), 6055–6064.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v64n2/v64n2a03.pdf>
- Moreta, C. S. J. (2019). *Sistema radical y crecimiento de brotes de banano (Musa spp.) en dos zonas agroecológicas de Nigeria*. 18–23.
file:///C:/Users/jonat/Downloads/IN060633_spa.pdf
- Moya, R. (2004). Anuario meteorológico 2004. *INAH*, 44.
http://186.42.174.231/publicaciones/Anuarios/Meteoro/Am_2004.pdf
- Napoleón, I. J., & Cruz, V. M. A. (2005). Guía Técnica de semilleros y viveros frutales. *Programa Nacional de Frutas El Salvador*, 5–40.
<http://repiica.iica.int/docs/B0507e/B0507e.pdf>
- Navarrete, L. B. (2020). *Evaluación del efecto de dos distancias de siembra sobre la producción del cultivo de Banano Rojo, (Musa acuminata, Red dacca) en el cantón Bucay, provincia del Guayas*. 33.
<http://201.159.223.180/bitstream/3317/14308/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-163.pdf>
- ONU. (2016). Banano. *Conferencia de Las Naciones Unidas Sobre El Comercio y Desarrollo UNCTAD*, 1–19. https://unctad.org/es/system/files/official-document/INFOCOMM_cp01_Banana_es.pdf
- Ortega, L., Sánchez, J., Díaz, R., & Ocampo, J. (2010). EFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* MILL). *Revista Ra Ximhai*, 6(3), 365–372.
<https://www.redalyc.org/pdf/461/46116015005.pdf>
- Ortiz, E. A. R. (2019). *Evaluación del regulador de crecimiento vegetal (VIUSID) como enraizador en la reproducción de Platano (Musa paradisiaca) en fase de vivero en*

el municipio de Turbo- Antioquia. 55.

- Paredes, D., Campos, M., & Cayuela, L. (2013). El control biológico de plagas de artrópodos por conservación: técnicas y estado del arte. *REVISTA CIENTÍFICA DE ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE*, 22(1), 56–61.
<https://www.redalyc.org/pdf/540/54026241020.pdf>
- Pourrut, P., Rovere, O., Romo, I., & Villacrés, H. (1995). El aguan en el Ecuador Clima Precipitaciones escorrentia Artículo III Clima del Ecuador. *Revista Inamhi*, 7(3), 13–26. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/divers2/010014823.pdf
- ProEcuador. (2016). *Producción nacional de banano*.
<https://www.jstor.org/journal/kewbulletin?decade=1970>
- Quevedo, J. N. G. (2019). *LIBRO DE RESÚMENES DEL X CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGRONOMÍA “recursos naturales para una agricultura sostenible -” BIOCARBÓN COMO ENMIENDA EDÁFICA Y SUMIDERO DE CO2 PARA OPTIMIZAR LA NUTRICIÓN Y BAJAR LOS COSTOS DE FERTILIZACIÓN EN LOS CULTIVOS*.
<https://cidecuador.org/congreso/x-congreso-latinoamericano-de-agronomia/?fbclid=IwAR1yhWAQg4wcG8qEdN7zmselXgJrsAF56ZPEL0qhOAbkbEkkFWGRIZhZ14>
- Restrepo, J. J. A., & Neira, Y. J. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo de plátano (*Musa spp.*) Medidas para la temporada invernal. *ICA Instituto Colombiano Agropecuario*, 5–7. <https://www.ica.gov.co/getattachment/08fbb48d-a985-4f96-9889-0e66a461aa8b/-nbsp;Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-platano.aspx>
- Ripanti, F., Calderón, G., Viloría, M., & Perrin, R. (2006). Basamid y formol en el control de fusarium sp. en viveros forestales. *Revista Agricultura Andina*, 11, 70–80.
- Robinson, J. C., & Galán, S. V. (2012). Platanos y bananos. In *bananos y platanos* (Mundi, Pre, Vol. 13, Issue 1). Madrid-España.
<https://books.google.com.ec/books?id=mAv3EQAcgZ8C&printsec=frontcover&dq=Plátanos+y+Bananas.&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjtz6fo7I3dAhUytlkKHRKkBXMQ6AEIJTAA#v=onepage&q=Plátanos y Bananas.&f=false>
- Russo, R., Lugo, J., Arreola, O., & Rango, O. A. (1995). Efecto de un bioestimulante húmico extraído del raquis de banano (Pinzote) sobre el crecimiento de plántulas de banano (*Musa AAA* subgrupo “Cavendish” clon ‘Gran enano’). *Agronomía Mesoamericana*, 6, 130–133. <https://doi.org/10.15517/am.v6i0.24818>
- Sabio, C., Salgado, C., Salgado, V., & Viña, S. (1999). Manual del cultivo de banano. *Escuela Agrícola Panamericana, Tegucigalpa, Honduras*, 38, 36.
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2933/1/01.pdf>
- Tenesaca, M. S. I. (2019). Determinación de la dosis óptima de bocarbón como enmienda edáfica en el cultivo de banano (*Musa x Paradisiaca*) clon Williams. *Universidad Técnica de Machala*, 9.
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15166>
- Torres, C. D., García, Á. L., Bermúdez, C., Sarría, Z., Hurtado, R. O., Delgado, E.,

- Pérez, A., & Fernández, M. O. (2020). Respuesta morfo-agronómica y organoléptica de cinco cultivares de banano (*Musa spp.*) en condiciones de campo. *Revista Biotecnología Vegetal*, 20(1), 43–50.
<http://scielo.sld.cu/pdf/bvg/v20n1/2074-8647-bvg-20-01-43.pdf>
- Turner, D. W. (1998). Ecophysiology of bananas: the generation and functioning of the leaf canopy. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 211–222.
https://www.actahort.org/books/490/490_21.htm
- Tuz, I. G. (2018). Manejo Integrado del Cultivo de Banano (*Musa X Paradisiaca L.*) Clon Williams, usando Biocarbón y Microorganismos eficientes. *Universidad Tecnica De Machala*, 1–91.
http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13263/1/DE00030_TRABAJO_DETITULACION.pdf
- Ufer, C., Tabora, P., & Fritz, E. (1997). Control biológico de sigatoka negra (*micospharella fijiensis*) en banano (*Musa AAB*) variedad gran enano utilizando microgranos eficaces (EM). *Revista Agricultura de La Region Tropical Húmeda EARTH*, 157–169. <https://www.musalit.org/seeMore.php?id=5762>
- Urgiles, L. B. (2021). *Efecto de quelatos en macro y micronutrientes de forma foliar en el cultivo de banano (Musa spp.)*. 1–63.
<http://www.uagraria.edu.ec/organigrama.html>
- Vargas, A., Watler, W., Morales, M., & Vignola, R. (2017). Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climaticos en el cultivo de banano en Costa Rica. *Clada, Catie*, 2(21), 1–56. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/reduccion-impacto-por-eventos-climaticos/Informe-final-Banano.pdf>
- Vargas, Elizondo, S., Calvo, V., Con, A. A. A., Peso, E. L., & Número, D. E. R. Y. (2011). Relación Entre El Contenido De Nutrientes En Suelo Y Raíces De Banano (*Musa Aaa*) Con El Peso De Raíces Y Número De Nematodos. *Revistas Científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal*, 15(3), 163–177.
- Verdesoto, P. J. A. (2019). *Aplicación combinada de azufre y calcio para el control de la mancha roja en el cultivo de banano (Musa sp.)*.
https://www.academia.edu/41328799/ANTEPROYECTO_JOEL_VERDESOTO
- Vézina, A., & Baena, M. (2020). Morfología de la planta del banano. *ProMusa*.
<https://www.promusa.org/Morfología+de+la+planta+del+banano>
- Villaseñor, D., Chabla, J., & Luna, E. (2015). Caracterización física y clasificación taxonómica de algunos suelos dedicados a la actividad agrícola de la provincia de El Oro. *REVISTA CUMBRES*, 1, 28–34.
<http://investigacion.utmachala.edu.ec/cumbres/index.php/Cumbres/article/view/15>
- Zumba, L. V. R. (2020). Estudio comparativo del sulfato de magnesio en suelo arcilloso en el cultivo de banano (*Musa paradisiaca*). *Milagro- Ecuador*, 65.
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ZUMBA LUCERO VICTOR ROBERTO.pdf>

8. ANEXOS

Anexo 1: Cronograma de actividades de campo

Orden	Actividades	Plan de ejecución	Cumplimiento (%)
	Molido de hojas	30 /03/2021	100
	Recolección de microorganismos	18/04/2021	100
	Multiplicación de microorganismos	27/04/2021	100
	Desinfección del suelo	15/05/2021	100
	Recolección de cormitos	26/05/2021	100
	Siembra de cormitos	27/05/2021	100
	Riego	27/05/2021	100
	Riego	04/06/2021	100
	Riego	11/06/2021	100
	Riego	17/06/2021	100
	Riego	22/06/2021	100
	Toma de datos	26/06/2021	100
	Riego	26/06/2021	100
	Riego	02/07/2021	100
	Aplicación de regulador de crecimiento	02/07/2021	100
	Riego	06/07/2021	100
	Toma de datos	11/07/2021	100
	Riego	11/07/2021	100
	Aplicación de regulador de crecimiento	11/07/2021	100
	Riego	15/07/2021	100
	Riego	20/07/2021	100
	Riego	25/07/2021	100
	Aplicación de regulador de crecimiento	25/07/2021	100
	Riego	30/07/2021	100
	Riego	05/08/2021	100
	Aplicación de regulador de crecimiento	05/08/2021	100
	Toma de datos	10/08/2021	100
	Riego	10/08/2021	100
	Aplicación de regulador de crecimiento	12/08/2021	100
	Toma de datos	25/08/2021	100

Anexo 2: Recolección de microorganismos eficientes



Anexo 3: Multiplicación de microorganismos



Anexo 4: recolección de turba



Anexo 5: Selección de cormitos



Anexo 6: Brotación de la raíz



Anexo 7: Brotación de las plantas



Anexo 8: Plantas sacrificadas para medir variables en el laboratorio.



Anexo 9: Longitud de raíz



Anexo 10: Corte de biomasa



Anexo 11: Colocación de la biomasa en la estufa a 110 °C



Anexo 12: Secado de la biomasa

