



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EFFECTO DE LA APLICACIÓN EDÁFICA DE BIOCARBÓN EN LA
MICROBIOTA DEL SUELO DE UNA FINCA BANANERA ORGÁNICA

ARMIJOS CEDEÑO GABRIELA MISHELLE
INGENIERA AGRÓNOMA

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

Efecto de la aplicación edáfica de biocarbón en la microbiota del
suelo de una finca Bananera Orgánica

ARMIJOS CEDEÑO GABRIELA MISHELLE
INGENIERA AGRÓNOMA

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TRABAJO TITULACIÓN
TRABAJO EXPERIMENTAL

Efecto de la aplicación edáfica de biocarbón en la microbiota del suelo de una finca
Bananera Orgánica

ARMIJOS CEDEÑO GABRIELA MISHELLE
INGENIERA AGRÓNOMA

QUEVEDO GUERRERO JOSE NICASIO

MACHALA, 26 DE ABRIL DE 2021

MACHALA
2021

Tesis Armijos

INFORME DE ORIGINALIDAD

0%

INDICE DE SIMILITUD

0%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía

Apagado

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

La que suscribe, ARMIJOS CEDEÑO GABRIELA MISHELLE, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado Efecto de la aplicación edáfica de biocarbón en la microbiota del suelo de una finca Bananera Orgánica, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

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

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

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

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

Machala, 26 de abril de 2021



ARMIJOS CEDEÑO GABRIELA MISHELLE
0750225138

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico especialmente a Dios, por darme las fuerzas, sabiduría, valentía que necesito para superar los obstáculos de la vida, durante todo este proceso académico, por haber llegado a cumplir mis metas y anhelos.

Al Ing. José Nicasio Quevedo Guerrero por verme orientado y encaminado con sus sabios conocimientos para que este proyecto tenga su exitosa aprobación y que sirva como ejemplo que la Universidad de Machala ofrece una educación de calidad y calidez.

A mi padre Sr. Wilson Aníbal Armijos Rivas y madre Lcda. Cecilia Celinda Cedeño Cedeño, por ser mi pilar fundamental durante toda mi carrera, por estar conmigo en este paso de mi vida gracias a su amor y paciencia, quienes me han brindado apoyo incondicional, palabras de alientos y fe en mí; también me motivaron alcanzar esta meta, para lograr seguir a delante como futura profesional.

A mi esposo Sr. Ronald Castro Márquez, le agradezco por la confianza que siempre deposito, por haberme apoyado en mi carrera, porque con sacrificio trato de facilitarme todo lo necesario, para ser un ser responsable y con palabras de aliento, un amigo incondicional, porque con su amor me motivaba a seguir adelante.

A mi querida Suegra Sra. Julia Márquez, por darme mucho amor, por esa perseverancia que siempre me brindo y estaba pendiente en darme fortaleza, para que todos mis objetivos se cristalicen.

A mi familia le dedico este proyecto por ser parte de mi vida y con sus buenos deseos me fortalecieron para culminar con éxitos mis estudios.

A mis amigos(as) que siempre nos apoyamos en cada momento de la etapa estudiantil, realizando trabajos grupales que con esfuerzo y sacrificio logramos cumplir cada uno de esos obstáculos que se presentan en el desarrollo académico y que de alguna manera aportaron con su ayuda en todo este desarrollo, en especial agradezco con cariño para ustedes queridos amigos Jhonny Niola, Carlos Quezada, Jonathan Zhiminaicela, Nayelhi Valarezo y otros.

De manera especial a mi amiga “hermana” Linda Cardona, quien siempre me brindo su ayuda con palabras de aliento, por sus consejos y sobre todo por su amistad tan valiosa, gracias por ser mi pilar en muchos momentos, donde mi consideración será constante, por ser una amiga incondicional.

Armijos Cedeño, Gabriela Mishelle

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por haberme brindado las fuerzas para alcanzar una de mis metas, en mi vida y guiando cada uno de mis pasos.

A mis Padres por ser mi fuente de inspiración, motivación; gracias a ellos por haberme apoyado, enseñado que, con dedicación, esfuerzo, y constancia todo se puede lograr si uno se lo propone.

Al Ing. José Quevedo Guerrero que, sin su ayuda, y sus conocimientos técnicos y científicos no hubiera sido posible realizar este proyecto investigativo.

Al Ing. Edwison Jaramillo por haberme brindado su apoyo y orientaciones y siendo la guía para la elaboración de mi proyecto.

A la Universidad por permitirme culminar unas etapas, más de estudios y desarrollarme como futuro profesional.

Agradezco a nuestros docentes de la Facultad de Agronomía, por haber participado en sus conocimientos a lo largo del proyecto de mi profesión.

A mi querido esposo Sr. Ronald Castro Márquez por contar siempre con su apoyo y haberme dedicado esa fortaleza, para obtener los objetivos propuestos para mi vida profesional.

A mis compañeros por compartir momentos de anécdotas, que siempre las llevaremos presentes en nuestros corazones y logros en nuestra carrera de Ingeniería Agrónoma.

Armijos Cedeño, Gabriela Mishelle

EFFECTOS DE LA APLICACIÓN EDÁFICA DE BIOCARBÓN EN LA MICROBIOTA DEL SUELO DE UNA FINCA BANANERA ORGÁNICA EN EL SECTOR BALOSA

Autor

Gabriela Mishelle Armijos Cedeño

Tutor

Ing. Mgs. José Quevedo Guerrero

RESUMEN

El banano (*Musa x paradisiaca* L.) es considerado como una de las materias primas más importantes y valiosas en la economía mundial, es así que para los principales países exportadores de este rubro representa parte fundamental de sus ingresos en divisas. En Ecuador tiene importancia por su calidad nutricional, tiene mayor influencia de producción en las provincias de El Oro, Los Ríos, Guayas, Esmeralda y Manabí. En su gran mayoría los mercados internacionales exigen fruta de alta calidad especialmente de banano orgánico, debido al porcentaje alto de residuos químicos encontrados en la fruta. El biocarbón es un material vegetal rico en carbono, al ser utilizada como enmienda edáfica, aumenta la fertilidad del suelo, que ha influido positivamente sobre sus propiedades químicas, físicas y bióticas, ciertos estudios demuestran que el biocarbón actúa positivamente sobre la actividad de microorganismos benéficos encontradas en el suelo. La investigación tiene como objetivo: Evaluar los efectos de la aplicación de biocarbón junto a la fertilización edáfica en la microbiota del suelo con cultivo de banano. Se llevó a cabo en la finca “Ivanna”, la cual se encuentra ubicada en la vía Balosa en el Km12 en el Cantón Machala de la Provincia de El Oro, Ecuador. Para el desarrollo se establecieron tres tratamientos, T1: 75 kg NPK + Microelementos (100 g Zn + 100 g B + 2kg Fossil Shell Agro) + 5 kg Biocarbón, se realizaron seis aplicaciones por ha cada 45 días; T2: 75 kg NPK + Microelementos (100 g Zn + 100 g B + 2kg Fossil Shell Agro), se realizaron seis aplicaciones por ha cada 45 días; T3: 75 kg NPK + Microelementos (100 g Zn + 100 g B + 2kg Fossil Shell Agro), se realizaron 10 aplicaciones distribuidas cada 35 días, una vez aplicados los tratamientos se realizó la recolección de microorganismos por el método del cuadrante (1x1m escogiendo al azar), fueron llevadas al laboratorio y procesadas por medio de cultivo PDA y se realizaron métodos de siembra directa y purificación, en la finca Ivanna se encontraron

microorganismos antagónicos del género (*Trichoderma*, *Beauveria bassiana*), como agentes fitopatógenos como (*Lecanicilium*, *Rhizopus*, *Zygomycota*, *Mucor*) y en la finca San Vicente se encuentran hongos antagónicos (*Trichoderma*), así mismo microorganismos fitopatógenos (*Zygomycota*, *Deutoromycota* y *Verticilium*). Con los datos obtenidos se se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de un factor en el software IBM SPSS STATICS 22 y analizó la interacción entre los grupos, evidenciándose que efectivamente existen diferencias significativas en algunas de las variables, el T1 al ser aplicado aumentó el peso del racimo con 64.54 lb, el ratio con 1.36, el grado de la última mano del sol con 42.20 reflejándose el mismo valor en el T2, longitud del dedo de la última mano con 9.33 e igual en el T2, el peso de la mano del sol con 12.95 lb, número dedos de la mano del sol con 23.33, en el longitud de dedo de la mano del sol con 10.60 observándose el mismo la longitud en el T2 y en la semana de corte a la cosecha con 11 semanas en ambos tratamientos; con la aplicación del T3 se obtuvieron mejores resultados únicamente en el número de manos al racimo con 6.87 y en peso del raquis con 7.81 lb. Se realizaron análisis de suelo para ambas fincas, la finca Ivanna con clase textural Franco Arcilloso, pH 6.40, CE 1.19, MO 2.26 y CIC 28.24, la finca San Vicente con clase textural Franco, pH 6.40, CE 0.51, MO 2.41 y CIC 25.32. La identificación de los microorganismos encontrados en los suelos orgánicos con aplicación de biocarbón, se encontró más diversidad de hongos antagónicos que ayudan a controlar enfermedades y plagas, provocados por los fitopatógenos, así mismo en datos del racimo el mejor tratamiento fue el T1 (75 g NPK + Microelementos (100 g Zn + 100 g B + 2kg Fossil Shell Agro) + 5 kg Biocarbón) por poseer mejores efectos en más del 80% de las variables evaluadas.

Palabras clave: Microorganismos, biocarbón, hongos antagónicos y fitopatógenos.

EFFECTS OF THE EDAPHIC APPLICATION OF BIOCHAR ON THE SOIL MICROBIOTA OF AN ORGANIC BANANA FARM IN THE BALOSA SECTOR.

Author

Gabriela Mishelle Armijos Cedeño

Tutor

Ing. Mgs. José Quevedo Guerrero

ABSTRACT

The banana (*Musa x paradisiaca* L.) is considered one of the most important and valuable raw materials in the world economy, so that for the main exporting countries of this item represents a fundamental part of their foreign exchange earnings. In Ecuador it is important for its nutritional quality, with the greatest production influence in the provinces of El Oro, Los Ríos, Guayas, Esmeralda and Manabí. Most international markets demand high quality fruit, especially organic bananas, due to the high percentage of chemical residues found in the fruit. Biochar is a plant material rich in carbon, when used as an edaphic amendment, it increases soil fertility, which has positively influenced its chemical, physical and biotic properties, certain studies show that biochar acts positively on the activity of beneficial microorganisms found in the soil. The objective of this research was to evaluate the effects of biochar application together with soil fertilization on the soil microbiota of banana crops. It was carried out at the "Ivanna" farm, which is located on the Balosa road at Km 12 in the Machala canton of the province of El Oro, Ecuador. Three treatments were established for the development, T1: 75 kg NPK + Microelements (100 g Zn + 100 g B + 2kg Fossil Shell Agro) + 5 kg Biochar, six applications were made per ha every 45 days; T2: 75 kg NPK + Microelements (100 g Zn + 100 g B + 2kg Fossil Shell Agro), six applications were made per ha every 45 days; T3: 75 kg NPK + Microelements (100 g Zn + 100 g B + 2kg Fossil Shell Agro), 10 applications were made distributed every 35 days, once the treatments were applied, microorganisms were collected by the quadrat method (1x1m chosen at random), they were taken to the laboratory and processed by PDA culture and direct seeding and purification methods were performed, In the Ivanna farm were found antagonistic microorganisms of the genus (*Trichoderma*, *Beauveria bassiana*), as

phytopathogenic agents (*Lecanicilium*, *Rhizopus*, *Zygomycota*, *Mucor*) and in the San Vicente farm were found antagonistic fungi (*Trichoderma*), as well as phytopathogenic microorganisms (*Zygomycota*, *Deutoromycota* and *Verticilium*). With the data obtained an analysis of variance (ANOVA) of one factor was performed in the IBM SPSS STATISTICS 22 software and analyzed the interaction between the groups, evidencing that there are indeed significant differences in some of the variables, the T1 when applied increased the weight of the bunch with 64.54 lb, the ratio with 1.36, the degree of the last hand of the sun with 42.20 reflecting the same value in the T2, length of the finger of the last hand with 9.33 and the same in T2, the weight of the sun hand with 12.95 lb, number of fingers of the sun hand with 23.33, in the length of finger of the sun hand with 10.60 observing the same length in T2 and in the week of cut to harvest with 11 weeks in both treatments; with the application of T3 better results were obtained only in the number of hands to bunch with 6.87 and in weight of rachis with 7.81 lb. Soil analyses were carried out for both farms, the Ivanna farm with a clay loam textural class, pH 6.40, EC 1.19, OM 2.26 and CEC 28.24, and the San Vicente farm with a loam textural class, pH 6.40, EC 0.51, OM 2.41 and CEC 25.32. The identification of the microorganisms found in the organic soils with biochar application showed a greater diversity of antagonistic fungi that help to control diseases and pests caused by phytopathogens; likewise, in cluster data, the best treatment was T1 (75 g NPK + Microelements (100 g Zn + 100 g B + 2 kg Fossil Shell Agro) + 5 kg Biochar) because it had better effects in more than 80% of the variables evaluated.

Key words: Microorganisms, biochar, antagonistic fungi and phytopathogens.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo General	3
1.2. Objetivo Específico	3
CAPÍTULO II	4
2. REVISIÓN LITERARIA	4
2.1. Generalidades del Banano	4
2.2. Taxonomía	4
2.3. Morfología del Cultivo de Banano	5
2.3.1. Sistema Radicular	5
2.3.2. Tallo	5
2.3.3. Hoja	5
2.3.4. Fruto	5
2.3.5. Inflorescencia o bellota	6
2.4. Biocarbón	6
2.5. Fossil Shell Agro	7
2.6. El biocarbón como enmienda edáfica en los cultivos	7
2.7. Suelo	8
2.8. Carbono orgánico al Suelo	9
2.9. Microorganismos eficientes	9
2.10. Microorganismos benéficos	10
	8

2.11. Microorganismos Fitopatógenos	11
2.12. Trichoderma spp.	12
2.13. Beauveria Bassiana	12
2.14. Verticillium	13
2.15. Rhizopus	13
2.16. Lecanicilium lecanii	13
2.17. Zygomycota o Mucor	14
CAPÍTULO III	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1. Materiales	15
Descripción de la zona de Estudio	15
Ubicación Geográfica	15
3.1.3. Materiales de Laboratorio para Aislamiento de Microorganismo	15
3.1.4. Materiales de Campo	16
Tratamientos	16
Diseño experimental	17
3.2. Metodología	17
3.2.1. Recolecta de microorganismos en el campo	17
3.2.2. Recolección de muestra de microorganismo con el método del cuadrante.	17
3.2.3. Aislamiento y Reproducción de Microorganismos en el Laboratorio.	19
3.2.4. Método de Siembra para el aislamiento de microorganismos con PDA en cajas Petri.	20
3.2.5. Observación de los Microorganismos en el Microscopio.	20
3.2.6. Aplicación de tratamientos	21
Variables evaluadas.	21
3.2.8. Análisis de Suelo	22

3.2.9. Análisis de los datos	22
CAPÍTULO IV	22
4. RESULTADO Y DISCUSIÓN	22
4.1. Comparación de las cantidades de colonias de Microorganismos de la Finca “Ivanna” y “San Vicente”.	22
4.2. Identificación y Caracterización de microorganismos en suelos orgánicos, aplicación de biocarbón de la Finca (Ivanna)	24
4.3. Identificación y Caracterización de microorganismos en suelos Orgánicos (sin aplicación de biocarbón) de la Finca (San Vicente).	28
4.4. Número de manos del racimo	33
4.5. Peso del racimo	34
4.6. Peso del raquis	35
4.7. Ratio	36
4.8. Grado de la mano del sol.	37
4.9. Largo de la última mano	39
4.10. Peso de la mano del sol	40
4.11. Número de la mano del sol	41
4.11. Largo de la Mano Superior	42
4.12. Semanas de cortes a la cosecha	43
4.12. Comparación del análisis químico del Suelo en la Finca “Ivanna” y “San Vicente”.	44
CAPÍTULO V	46
5. CONCLUSIONES	46
6. RECOMENDACIONES	47
7. BIBLIOGRAFÍA	48
8. ANEXOS	61

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Clasificación taxonómica del cultivo de banano	4
Tabla 2. Tratamientos y repeticiones con diferentes aplicaciones.	16
Tabla 3. Conteo de colonias por el método del cuadrante.	23
Tabla 4. Identificación y Caracterización de los microorganismos de la Finca (Ivanna).	25
Tabla 5. Identificación y Caracterización de microorganismos en la Finca (San Vicente).	29
Tabla 6. ANOVA de un factor para la variable de número de manos del racimo.	33
Tabla 7. ANOVA de un factor para la variable de peso del racimo.	34
Tabla 8. ANOVA de un factor para la variable de peso del raquis.	35
Tabla 9. ANOVA de un factor para la variable ratio.	36
Tabla 10. ANOVA de un factor para la variable de grado de la última mano.	37
Tabla 11. ANOVA de un factor para la variable de la longitud del dedo de la última mano.	39
Tabla 12. ANOVA de un factor para la variable de peso de la mano del sol.	40
Tabla 13. ANOVA de un factor para la variable de número de dedo de la mano del sol.	41
Tabla 14. ANOVA de un factor para la variable de la longitud de dedo de la mano del sol.	42
Tabla 15. ANOVA de un factor para la variable de la semana a la cosecha.	43

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Levantamiento Planimétrico de la Finca Ivanna.	14
Figura 2. Método del cuadrante en la Finca “Ivanna”.	17
Figura 3. Método de un cuadrante en la Finca “San Vicente”.	17

ÍNDICE DE GRÁFICO

Gráfico 1. Comparación de las cantidades de colonias formadas de microorganismos.	24
Gráfico 2. Diagrama de cajas de número de manos del racimo.	34
Gráfico 3. Diagrama de cajas de peso del racimo.	35
Gráfico 4. Diagrama de cajas de peso del raquis.	36
Gráfico 5. Diagrama de cajas de Ratio	37
Gráfico 6. Diagrama de cajas del grado de la última mano.	38
Gráfico 7. Diagrama de cajas de la longitud del dedo de la última mano.	39
Gráfico 8. Media peso de la mano del sol	41
Gráfico 9. Diagrama de cajas del número de dedo de la mano del sol (NDMS).	42
Gráfico 10. Diagrama de cajas de la longitud de dedo de la mano del sol.	43
Gráfico 11. Diagrama de cajas de la semana a la cosecha.	44
Gráfico 12. Parámetros evaluados de MO, C.E Y CICE.	46

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1. Informe final de Análisis de Suelo de la Finca “Ivanna”.	73
Anexos 2. Informe final de Análisis de Suelo de la Finca “Ivanna”.	73
Anexos 3. Plan de fertilización balanceada en el cultivo de banano en el análisis de suelo finca “Ivanna”.	74
Anexos 4. Informe final de Análisis de Suelo de la Finca “La Pantera”, (Finca San Vicente).	75
Anexos 5. Informe final de Análisis de Suelo de la Finca “La Pantera”, (Finca San Vicente)	75
Anexos 6. Plan de fertilización balanceada en el cultivo de banano en el análisis de suelo finca “San Vicente”	76
Anexos 7. Interpretación del pH según los criterios USDA	77
Anexos 8. Triángulo textural USDA	77
Anexos 9. Interpretación de los contenidos de materia orgánica.	78
Anexos 10. Capacidad de intercambio catiónico	78
Anexos 11. Escala para la clasificación de la conductividad eléctrica.	78
Anexos 12. Método del cuadrante de forma al azar.	79
Anexos 13. Recolección de los microorganismos en el campo para inocular en el laboratorio.	79
Anexos 14. Muestra para la realización de la siembra directa.	80
Anexos 15. Solución de medio de cultivo “PDA”	80
Anexos 16. Preparación de Medio de cultivo “AGAR”	81
Anexos 17. Método de la siembra directa de los microorganismos.	81
Anexos 18. Método de la siembra de purificación de los microorganismos.	82
Anexos 19. Variable del peso del Racimo (PRAC).	82
Anexos 20. Variable del peso del raquis (PRQ).	83
Anexos 21. Variable del peso de la mano del sol (PMS)	83
Anexos 22. Muestras para la observación en microscopio de microorganismos.	84

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El banano (*Musa x paradisiaca* L.) se considera como un importante cultivo a nivel mundial, ubicado en países tropicales y subtropicales, su rubro es considerado como uno de los productos de mayor exportación e ingresos económico en el sector agrícola, por su alta calidad nutricional, siendo el que genera mayor divisa al Ecuador Azuero (2020).

La productividad de banano tiene mayor influencia de producción en las provincias del Oro, Los Ríos, Guayas, Esmeralda y Manabí (Tuz, 2018). Los mercados internacionales exigen fruta de alta calidad especialmente de banano orgánico, porque al utilizar productos químicos causan daños en la fruta, en los acuíferos, en la degradación de los suelos, pérdida en microflora y microfauna que son partes primordiales para el crecimiento de mineralización de la materia orgánica. Mediante el manejo integrado en el cultivo de banano, el uso de aplicación de biocarbón y los microorganismos eficientes, permite incrementar al suelo las propiedades físicas y químicas, que fueron afectadas por la aplicación de agroquímicos (Tuz, 2018).

Con estas alternativas de fertilización se logran altos beneficios como uso de los insumos orgánicos, al implementar una agricultura orgánica tratamos de minimizar las problemáticas que se encuentran en las plantaciones de banano (Tenesaca, 2019). Con este método de aplicación se ha logrado mejorar la fertilidad de los suelos, los mecanismos involucrados que son la desintoxicación y oxigenación de las raíces produciendo efectos favorables en la producción (Galecio, León, Aguilar, 2020).

El biocarbón es un material vegetal rico en carbono, al ser utilizada como enmienda edáfica, aumenta la fertilidad del suelo, que ha influido positivamente sobre sus propiedades químicas, físicas y bióticas; también incrementa los contenidos de materia orgánica, aireación, textura retención de humedad, y disponibilidad de elementos nutritivos para los cultivos, ha llegado a ejercer aspectos relacionados con la actividad enzimática. Sin embargo, el biocarbón actuó positivamente sobre la actividad de microorganismo benéficos encontradas en el suelo (Moreno, García, Quiroga, 2018).

El biocarbón proporciona condiciones para la proliferación de microorganismo por su volumen de carbono aromático que provee propiedades eléctricas que son importante para las reacciones de oxidación y reducción, sirviendo al suelo como grandes propiedades bioquímicas,

siendo que el carbón aromático es usado como electrones durante el metabolismo de los microorganismos (Kelpie, 2014).

Se ha constatado que existen microorganismos eficientes que logran mediante su empleo mejorar la absorción y liberación de nutrientes, así como las propiedades biológicas y físicas del suelo (Aquino & Franco, 2020). En los últimos tiempos se ha procedido agregar al suelo el biocarbón y microorganismos, esto ha logrado incrementar el volumen del C y N; siendo así, la incorporación de tratamientos de biomasa, a través del empleo de la microbiota, que ayuda al medio ambiente, aumentar principalmente la producción y el desarrollo vegetal contribuyendo un resultado positivo en las plantas y en el suelo (Castro, Murillo, Uribe, & Mata, 2015).

La actividad microbiana se considera un elemento esencial (Julca, Meneses, & Sevillano, 2006), es decir los efectos de los microorganismos se dividen en dos características biológicas y físicas; las condiciones físicas mejoran la estructura del suelo, el desarrollo de la planta, reduce la compactación, la retención de humedad y la condición biológica elimina o controla las poblaciones de microorganismo patógeno benéficos, incrementa la biodiversidad microbiota del suelo (Goya, 2013).

Los microorganismos eficientes se mantienen en grupos amplios de organismos, que realizan varias funciones en el suelo y nutren el sistema de los ciclos normales de diversas sustancias. Por esta razón se encuentran constantemente su habilidad en la vida de los suelos y se mantiene. Su hábitat de estos organismos es la tierra como hongos, actinomicetos, bacterias y realizan múltiples funciones, básicamente degradando o variando diferentes elementos para que sean aplicados en la alimentación de las plantas. Participan así mismo en el período biogeoquímico en la naturaleza. Su empleo en los suelos es: la descomposición de desechos orgánicos y residuos, eliminación de patógenos, reciclaje e incremento de la disponibilidad de nutrientes para las plantas, producción de antibióticos y otros componentes bioactivos, degradación de tóxicos incluyendo pesticidas, fijación de nitrógeno, producción de moléculas orgánicas simples para el consumo de las plantas y para aumentar la producción (Luna & Mesa, 2016).

El *Trichoderma* se considera un microorganismo benéfico, es una figura que se utiliza como biocontroladores de plagas y enfermedades, contra fitopatógenos del suelo y foliares en los cultivos. De esta forma aplicando investigaciones a realizar de la existencia y variedad de la cepa nativa, con la finalidad de determinarlos como intermediario de control biológico. (Acosta, 2015).

Este género de Trichoderma enseña gran amplitud para la observación de fitopatógenos ejerciendo un impacto antagónico, adecuado a su presencia, su fluidez de manera cultivada y aislada, su desarrollo es veloz en una gran cantidad, ya que no atacan a las plantas superiores, por su competencia de rendir secreciones tóxicas extracelulares que ocasionan muerte y descomposición en los hongos fitopatógenos que viven en el suelo (Vallejos, Espinal, & Mollinedo, 2014).

1.1.Objetivo General

Evaluar los efectos de la aplicación de biocarbón junto a la fertilización edáfica en la microbiota del suelo con Cultivo de Banano

1.2.Objetivo Específico

- Determinar el número de colonias de macro hongos presente en el suelo en dos fincas bananeras orgánicas.
- Caracterizar e identificar la microbiota presente en el suelo donde se aplicó biocarbón y donde no se aplicó biocarbón con el fin de determinar el género y Phylum presente de microorganismos respectivamente.
- Comparar los beneficios de la aplicación de biocarbón en la producción de las dos fincas orgánicas.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN LITERARIA

2.1. Generalidades del Banano

El cultivo de banano (*Musa x Paradisiaca* L) es originario del sureste asiático e indochina según (Sarabia, 2019); es una planta herbácea, monocotiledónea, perenne, pertenece a la familia de las musáceas; cultivada por los agricultores primitivos, en las antiguas literaturas de hindú, griega, romana y chinas (Gonzabay, 2017).

El banano tiene su origen en la región de indomalaya donde se han cultivado hace miles de años, su comienzo está en las regiones del sudeste asiático en la región de la india, malasia, indonesia, nueva guinea y el pacífico occidental. Es una fruta nutritiva consumida a nivel mundial, principalmente los cultivares de este producto es el Gros Michel y el Cavendish (Valencia, 2018).

2.2. Taxonomía

El banano es una planta monocotiledónea cultivada aproximadamente en 120 países de las regiones tropicales y subtropicales (Irish, Ríos, Chavarria-Carvajal, 2013). Su clasificación es Familia Musaceae, en los países desarrollados se considera unos de los más importantes productos alimenticios (Kamal, Ali, Alam, 2015). La variedad Cavendish su porcentaje es de 47% del cultivo de banano, su producción es principalmente en el Caribe y América Latina, además en África (Camerún, Marfil Coastand Canarias SP) y en Asia (Filipinas), se estima que es una planta susceptible a plagas y enfermedades, que afectan al desarrollo y su producción (Cosoveanu & Trujillo, 2016) .

Tabla 1. Clasificación taxonómica del cultivo de banano

Género	Musa spp.
Orden	Zingiberales
Familia	Musáceas
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Especie	Musa acuminata Musa Balbisiana

Fuente: (Rustagi & Shekhar, 2014).

2.3.Morfología del Cultivo de Banano

2.3.1. Sistema Radicular

La estructura radicular de la planta de banano su sistema está conformado por numerosas cantidades de raíces terciarias, secundarias y primarias, estas cumplen muchas funciones de detención o soporte de nutrientes para su crecimiento natural y la filtración del agua. (Torres, 2012).

La raíz presenta de manera horizontal fácilmente obtiene hasta los 3 m su posición vertical es 1,5 de profundidad. El raigón del banano es muy frágil y su espacio de introducción en el suelo se encuentra completamente vinculada a la estructura de la superficie, textura y Humedad (Gómez A. 2008).

2.3.2. Tallo

Al tallo se conoce también como rizoma tuberoso y se encuentra casi en la superficie (Galan, Rangel, Lopez, & JuanPerez, 2018), además su órgano acumula sustancias nutritivas mostrando una apariencia de ensanchamiento grueso, corto y con excesivo tejido que detiene agua (Gonzalez, 2017). Este miembro se establece en la planta madre a partir de un brote vegetativo de donde aparece el sistema foliar y pseudotallo (Torres, 2012).

2.3.3. Hoja

Las hojas tienen su origen en el meristemo y los órganos cumplen sus funciones fotosintético, en la parte terminal está el punto del bulbo (Gómez A. 2008). La planta de banano emite entre 36 y 35 hojas en su período de producción con una continuidad de 0.6 – 1.0 hojas por semana (Marinez & Cayón, 2011).

Las hojas son el órgano principal de la planta en el medio interno de pseudotallo donde germina la hoja en estilo cigarro, tiene un color verde claro en el envés y una coloración verde oscuro en el haz, una hoja está compuesta por limbo, nervadura, peciolos y vaina (Gómez A. , 2008).

2.3.4. Fruto

El fruto del banano es carnoso y suave, se desarrolla en las flores femeninas del ovario, pasan los días y aumenta su estructura con una apariencia cilíndrica incrementando e igualando el almidón y la azúcar. El tiempo que emplea para el buen desarrollo es de 10 a 13 semanas, con un buen mantenimiento desde las fases preliminares del cultivo, esto ayuda en el desarrollo de los dedos y el racimo (Torres, 2012).

El producto del banano incluye una baya de pulpa dulce y aromática, se diferencia por su tonalidad pardo, su composición química es de gran valor nutritivo (Barrera, 2014). El fruto está combinado por tres carpelos que son los estilos, estigma y los últimos órganos florales (Torres, 2012).

2.3.5. Inflorescencia o bellota

Pseudotallo del cual emerge la inflorescencia, la cantidad de las manos y los dedos se diferencia de la germinación floral una vez que sale la bellota. En las plantas las flores se encuentran descubiertas tanto masculinas como femeninas. Las dos filas de la flor femenina se aparecen una encima de otra, se nombra mano (Gómez A. , 2008), la flor masculina su manera es una estructura que se sitúa en el lugar final del racimo denominado cucula (Torres, 2012); preparado en aspecto de hélice sobre el raquis; se llama racimo al grupo de todas estas flores, el racimo está formado de 22 dedos por mano y aproximadamente 12 manos por ramillete (Galan, Rangel, Lopez, & JuanPerez, 2018).

2.4. Biocarbón

El carbón vegetal es una materia que aparece para enriquecer en las enmiendas orgánicas, y se especifica como un material sólido muy rico y estable en carbono, que se alcanza en la descomposición térmica de la materia orgánica. Ha despertado esta aplicación de biocarbón en los últimos periodos a los suelos un gran interés en las propiedades de la investigación, por lo que, se ha aumentado varias investigaciones en este proceso. El pH se ha incrementado en los suelos contaminados para obtener mejor producción, la fertilidad, rendimiento agrícola en los suelos y la retención de agua, así como reducir la biodisponibilidad y la movilidad de metales pesados (P.Cely, Ferreiro, & Méndez, 2014).

Se define al biocarbón por ser un producto carbonizado que se logra mediante la descomposición de materia orgánica de biomasa por contener un volumen alto de carbono en donde encontramos presencia escasa y nula de oxígeno. El carbón vegetal es un elemento que engloba compuesto de material mineral y aromáticos, elaborada de manera sostenible empleando tecnologías libres que desciende en un ambiente comprobado mediante la pirólisis de biomasa (Quiñonez, 2020).

Según Escalante, Pérez & Hidalgo (2016) el biocarbón es caracterizado por su color negro, sólido carbonoso, es un producto de la descomposición de residuos de materia orgánica, la aplicación de biocarbón ofrece beneficios de mejorar la fertilidad de los suelos, ayuda a la

retención del agua, favoreces sus propiedades y el desarrollo de los cultivos, balance en el pH, logra disminuir la pérdida de nutrientes, enriquece a reducir la cantidad de dióxido de Carbono en el Aire y además ayuda a eliminar los gases de efecto de invernadero (Cuenca, Quevedo, & Garcia, 2019).

Es un material carbonizado que se logra mediante la pirólisis de biomasa con una calidad de contenido superior en carbono donde existe baja calidad de presencia de oxígeno de carbón. El carbón vegetal es muy parecido al proceso de producción de biochar es conocido desde la antigüedad como beneficio de materia orgánica para la agricultura, el biocarbón es utilizado para mejorar las propiedades del suelo, almacena carbono y retiene el agua (Rosas, 2015).

2.5.Fossil Shell Agro

Es un producto con certificación orgánico, se le conoce también como harina de concha fosil, cuyo ingrediente activo es la tierra diatomeas, que son esqueletos de algas unicelulares con alto contenido de silicio (S) y especies unicelulares de agua dulce, particularmente de algas, se encuentran en acuíferos que al secarse se fosilizan y se transforman en roca (Tacuri, 2020).

Es un fertilizante con alto nivel de pureza, posee minerales y microelementos, así mismo se puede ser mezclado con cualquier productos orgánicos e inorgánicos, por lo tanto, su aplicación es de forma edáfica, de esta manera se obtiene resultados muy importantes para el desarrollo nutricional de las plantas, aportando beneficio como la retención de la humedad, mejoramientos de la estructura de los suelos, mejora la resistencia de la erosión eólica e hídrica disminución de lixiviación de macroelemento (NPK), disminuye la toxicidad del Aluminio (Al) en suelos ácidos, aumenta la acción del calcio (Ca), así mismo el Magnesio (Mg) y incremento en la productividad (Tuz, 2018).

Este fertilizante actúa como insecticidas naturales, también fortalece la pared celular de las plantas y brinda protección contra en ataque de enfermedades y plagas a los cultivos, además se considera en suprimir las enfermedades de virus, fúngicas y nematodos (González & García, 2018).

2.6.El biocarbón como enmienda edáfica en los cultivos

El biocarbón como reforma edáfica en la superficie posee tanto de ventaja que el carbono permite ser acumulado durante cientos de años, facilitando el equilibrio de este, transformando el desarrollo de las plantas y la retención de carbono en el suelo (Lehmann & Joseph, 2009).

Existen distintos aspectos que ofrece el biocarbón, en sí el incremento del intercambio catiónico (CIC), siendo que el aumento de los recursos de nutrientes para las plantas desarrolla la capacidad de almacenamiento de agua y con estos espacios activa los procedimientos biológicos que proporciona mejorar la estructura del suelo (Tenesaca, 2019).

El biocarbón a manera de corrección la nutrición en los cultivos es su principal función en la agricultura, esto hace que colabore eficazmente al suelo, siendo un material vegetal en carbono, de buen rendimiento, lenta descomposición. La rentabilidad que se adquiere en su manejo y enriquece la abundancia en los suelos por la retención de nutrientes y agua, es modulador de la variación climática por la atracción del carbono, aumento de la calidad y estructura del suelo, desarrolla la aireación, esto beneficia la existencia de los nutrientes sustanciales para los cultivos en sus distintas etapas de crecimiento y es así que obtendrá favorables rendimientos en la producción, el biocarbon fomenta a la microbiana del suelo asignando lugar al desarrollo de microorganismos benéficos (Tenesaca, 2019).

2.7.Suelo

El suelo está constituido por pequeñas moléculas sólidas de diferentes tamaños y formas, las cuales se encuentran organizadas de acuerdo a su espesor: arcilla, limo y arena. Estas partes tienen diámetros semejantes a los siguientes: 0.02, 0.002, 2.0 y menores de 0.002 mm equitativamente. Las proporciones de estas tres porciones al suelo esto determina su estructura (Guevara, Mestanza, Oliva, & Vera, 2015).

El nivel freático ayuda a controlar las inundaciones, exceso de aguas por lluvias o riego tiene como finalidad el drenaje, así posee límites adecuados de actividad biológica y aeración en el suelo. Esto nos ayuda a tener un adecuado balance salino y eliminación de sales en el suelo (Flores & Ruíz, 1998).

Cuando hay la presencia de un mal drenaje en el suelo agrícola tiene como efecto la eliminación o reducción del lugar aireado del suelo, estimulando de esta manera que el oxígeno atmosférico no entre a las raíces, que son útil para sus desempeños de desarrollo y respiración. Al limitar el intercambio gaseoso no permite la salida de bióxido de carbono CO₂, causando de esta forma la muerte de la planta por asfixia (Zavala, Fuentes, & Saucedo, 2004) . Se afirma que un incorrecto sistema de drenaje cambia debido al aumento del manto freático, disminuye los minerales del suelo y en los cultivos no se aplica la función eficiente de los fertilizantes, y es así la potencia proviene de la respiración dentro de la raíz es manejada eficientemente en el

desarrollo de absorción de nutrientes y en estas condiciones dicha potencia es mínima (Pérez & Reyes, 2016).

El suelo es fértil porque está formado por una capa fina que se relaciona con la corteza terrestre y la atmósfera, con el propósito de ofrecer los procesos necesarios para el crecimiento de los seres vivos (Cuenca, Quevedo, Garcia, 2019). Luego (Pereira, 2015) puntualiza al suelo como el área superficial donde se extiende los organismos vivientes, según el autor el espacio provee todos los beneficios fundamentales para su desarrollo. Al suelo se lo especifica como un recurso vivo, complejo y dinámico que realiza funciones de modificación de producción, almacenamiento y sustancias de biomasa que ejerce propuestas para las labores humanas (Comisión y Europea, 2009).

Los suelos adquiridos para la plantación de banano son propios de textura franca, con valores de pH ligeramente ácidos a levemente alcalinos, gran estructura, sin exceso de carbonatos, buen drenaje, estas propiedades son excelente para un buen incremento de raíz (Gigales & Pérez, 2021).

2.8. Carbono orgánico al Suelo

El carbón es una fracción del ciclo biogeoquímico que interviene en el cual es canalizado por la atmósfera, hidrosfera y biosfera del universo. Esta etapa es una de las más principal necesarias que permite un reciclaje del carbono a través de los componentes de la biósfera (San Martín, 2017). Los microorganismos cambian asiduamente el carbono en forma de dióxido de carbono, por medio de la descomposición o respiración, estos microorganismos rescatan dióxido de carbono al ambiente, mientras que la planta por fotosíntesis y distintos productores primarios como fitoplancton y algas pueden comprender este gas e incorporándose a sus estructuras (D'Acunha, 2015).

El Ciclo global del carbono su componente más importante es el carbono orgánico del suelo, ocupa el 69,8% de la biosfera, esto es que la vegetación y la atmósfera contiene más carbono en los suelos (Labrador, 2012).

2.9. Microorganismos eficientes

Los ME son un grupo numeroso de organismo, que recuperan grandes funciones en el suelo y mantiene el orden de los periodos normales de múltiples sustancias. Además, estos organismos se amplían naturalmente en el suelo como bacterias, hongos, actinomicetos y desempeñan varias funciones modificando diversos materiales para que sean aprovechado en la nutrición de las

plantas. Estos microorganismos se pueden aprovechar en la estimulación durante el crecimiento de las raíces y aumenta la nutrición debido al perfeccionamiento en la absorción y solubilidad de nutrientes como K, P y N₂ atmosférico, sin embargo retienen más agua, lo que beneficia una mejora en los cultivos que amplía su potencia de estrés hídrico en tiempo de sequía o en suelos arenosos; esta mejora se logra por el aumento de materia orgánica en el suelo que disminuye considerablemente la porosidad como consecuencia de la actividad microbiana (Morocho & Leiva-Mora, 2019).

Los microorganismos eficientes como inoculante microbiano, recuperan la estabilización microbiológica del suelo, mejorando la fertilidad de los suelos, aumentando la producción de los cultivos y su seguridad; igualmente mantener los recursos naturales, produciendo una agricultura sostenible (Moya, 2012).

Estos Microorganismos eficiente desempeñan en el suelo componente para un buen desarrollo de la planta, fijación de nitrógeno atmosférico, aumento de nutrientes para el cultivo, biodigestión de materia orgánica, expulsión de hongos patógenos en el suelo, biodegradación de tóxicos incluyendo pesticidas, mejorando la conductividad eléctrica y el intercambio catiónico de los suelos (Espinoza, 2017).

2.10. Microorganismos benéficos

Los microorganismos benéficos tienen la acción de relacionarse al mismo ecosistema; en la cual actúan en conjunto varios factores que producen sustancias benéficas como aminoácidos, antioxidantes, enzimas, vitaminas y ácidos orgánicos, el resultado es favorecedor por su cooperación y co-metabolismo (Tintin, 2018). Por su características positivas y negativas bioquímicas, son agente entre el mundo mineral y el mundo vivo y sus infinitas reacciones metabólicas les permite restablecer el equilibrio microbiológico en espacios contaminados. En la combinación de microorganismos benéficos se descubre hongos de fermentación (*Aspergillus Oryzae*), que pueden ser aprovechado para aumentar las variedades microbianas de las plantas del suelo (Higa & Parr, 2019).

Estos MOB's pueden ser perseverante en los suelos contaminados de pesticidas, son capaces destruir los compuestos inorgánicos, pueden minimizar las sustancias químicas; además de ser fuertes en metales pesados, sin embargo, los microorganismos pueden establecer biotransformadores, biocontroladores y biofertilizantes de minerales en los suelos protegiendo a movilizar nutrientes a la planta y disminuir la Toxicidad (Álvarez, 2019).

Los microorganismos benéficos son los que establecen nitrógeno atmosférico, descomponen residuos orgánicos y desechos, ayudan a desintoxicar los suelos de metales pesados, estos apoyan a eliminar enfermedades en las plantas y patógenos en los suelos, aumentan el reciclaje de nutriente y elaboran elementos bioactivos como enzimas, hormonas y vitaminas que impulsan el desarrollo de la planta. Los microorganismos dañinos estos impulsan enfermedades en las plantas, provocan los patógenos del suelo, producir toxinas y detener nutrientes y sustancias putrefactas que dañan adversamente la salud y el desarrollo de la planta (Higa & Parr, 2019).

Los microorganismos benéficos o los microorganismos efectivos son inoculantes microbianos para obtener una igualdad microbiológica del suelo con esto acrecentarán su calidad, aumentando la protección y la producción de los cultivos, manteniendo los recursos naturales y estableciendo una agricultura sostenible. Sin embargo, esta habilidad en los microorganismos eficientes, incorporando microorganismos benéficos, son más eficaz después de su inoculación en el suelo (Carranza & Rejano, 2020).

Los microorganismos son perseverantes en técnica como la materia orgánica es empleada tal nutriente para su crecimiento, elaborando una mineralización hasta moléculas inorgánicas e orgánicas más sencillas, asignando movimiento al proceso de humificación donde se obtienen nuevas macromoléculas y dividir en moléculas más sencillas. En esta evolución tanto el producto final se alcanza: compuestos húmicos, H₂O, CO₂ y calor (Escobar, Mora, & Romero, 2012).

Los Microorganismos Benéficos tienen vigor y se los puede adaptar de manera directa en terreno contaminados por metales pesados, estos protegen la toxicidad del suelo, en lugares que son resistentes a altas densidades de metales pesados, de ubicarse los microorganismos conseguir a establecer biotransformadores, biocontroladores y biofertilizantes de metales en el suelo, protegen a activar nutrientes a la planta y disminuyendo los contaminantes (Álvarez, 2019).

2.11. Microorganismos Fitopatógenos

Los hongos Fitopatógenos son considerados causantes de enfermedades en los cultivos; debido a los daños que causan a las plantas, durante las diferentes etapas de crecimientos; además ocasionan pérdidas económicas como en la producción agrícola (Hernández, y otros, 2018); (Rojas, Sánchez, Rosales, & Lugo, 2017).

La existencia de los hongos fitopatógenos que afectan a las plantas, logra cambiar dicha microbiota y así tienen implicaciones para la calidad del suelo y la productividad de los cultivos. La Agricultura requiere estrategias para el control de los daños causados por estos agentes

patógenos; así mismo promover el desarrollo y la producción de las plantas (Santoyo, Santos, & Valencia, 2019).

Los más representativos tanto en la postcosecha como en precosecha en diferentes cultivos se encuentran algunos géneros como (*Rhizoctonia*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Colletotrichum*, *Mycosphaerella*, *Hemileia*, *Phytophthora*, *Ceratocystis*, *Botrytis*, ect) (Mesa, Marín, Ocampo, Calle, & Monsalve, 2019).

Sin embargo, la aplicación constante del uso de agroquímicos de producto basado de (nematicidas, anti-omycetos, antifúngicos, antivirales, antibacterianos), para el control de enfermedades y plagas a los cultivos agrícolas, ocasionado por los microorganismos fitopatógenos, de manera esto ha desarrollado resistencia particularmente de los hongos y bacterias (Vinchira & Moreno, 2019).

2.12. *Trichoderma* spp.

Es un hongo antagonista, su función como agente de biocontrolador de enfermedad y plaga con diferentes patógenos que perjudican a los cultivos agrícolas y causando daños a la economía (Martínez, Infante, & Reyes, 2013), esta *Trichoderma* compite con los microorganismos patógenos por nutrientes y espacio al disminuir o suspender totalmente el crecimiento de los fitopatógenos, protegen el desarrollo de la planta e estimulan el vigor taxonómico, antibiosis y microparásitos mediante el movimiento limitativo directo a los microorganismos fitopatógenos (Hoyos, Luna-Cruz, & Molina, 2019).

La *Trichoderma* se clasifica por ser resiste a suelos con distintos excesos de materia orgánica adecuada a su gran competencia de descomponerla, se caracteriza por ser un hongo anaeróbico y aeróbico, su extensión a diferentes sustratos o condiciones ambientales le proporciona a este género de forma para aprovecharlo en la industria biotecnológica, el aumento de repartición y su flexibilidad ecológica se descubre fuertemente conectada con la alta amplitud enzimática que tiene para metabolismo versátil, disminuir sustratos y resistencia a inhibidores microbianos; también está extracción de cepa favorece en indicar la manera de aplicación y producción de la misma (Benedicto M, Infante, & Peteira, 2015).

2.13. *Beauveria Bassiana*

Esta especie para su empleo como verificadores de poblamiento de insectos plagas, esto debido a su notoria validez y factible reproducción (González-Villaseñor, Alvarado-Chávez, & Zepeda-Jazo, 2015). Este género corresponde a la familia *Moniliaceae*, compartido

considerablemente en el suelo, insectos y plantas, es considerablemente usado como biocontrolador de plagas, su aparato de acción es unirse al insecto, penetrar, esporular y germinar. La Beauveria es la toxina que induce la infiltración de la membrana en los insectos provocando su muerte. En el insecto contaminado se observan manifestaciones como muerte, parálisis, momificación, hinchazón y pérdida de apetito (Tipás & Chávez, 2020).

Es uno de los hongos entomopatógenos que ha indicado una elevada eficiencia, tanta elevación práctica como de campo, su realidad depende del espacio de las conidias sobre los insectos muertos de extenderse a través de las colonias de insectos (Cazorla, Acosta, & Morales, 2015).

2.14. Verticillium

El verticillium es un hongo patógeno, que provoca enfermedades de marchitez vascular en las plantas, afectando a diferentes especies de cultivos, el ataque es menos frecuente en las zonas subtropicales, inusual en regiones tropicales y es más relevante en territorio templadas en el mundo (Inderbitzin & Subbarao, 2014).

El género Verticillium es un parasitador de insectos, que controla a las plagas de los cultivos, como es las escamas y áfidos; este hongo se encuentra ubicado en el suelo, sobrevive de materia en descomposición y en los restos de las plantas (Padilla, 2017).

2.15. Rhizopus

Es un hongo fitopatógeno promotor de enfermedades con nombre de pudrición blanda, se ubican en el suelo, además no hay manera de prevenir pérdidas del producto (Hernández-López & Bautista, 2019), porque ocasionan que se descompongan frutas. Esta especie Rhizopus se nutre de sustancia orgánica muerta (Novillo, 2020).

Este hongo es el ejecutor de la pudrición, la cual perjudica abundantes hortalizas y frutas. Es un hongo que se desarrolla velozmente sobre encima de la superficie de sustentos con un nivel de humedad, fértil en carbohidratos como las hortalizas y frutas, es un buen pionero de plantas y de frutas en producción, rompiendo a pequeños volumen de frutos embolsados en pocos tiempo mediante la hidrólisis por su aptitud de aniquilamientos de capas; Sin embargo a este hongo se lo ha controlado con fungicida sintéticos en el cual figura una capacidad de peligro para la salud y el medio ambiente (Camacho & Nieto, 2017).

2.16. Lecanicillium lecanii

En un hongo entomopatógenos que se caracteriza por ser un controlador biológico de insectos, que contagia naturalmente escamas y áfidos en los trópicos y subtrópicos, además se extiende de forma natural, pobladores de insectos plagas de diferentes órdenes, entre los cuales se descubren ácaros, hymenoptera, lepidóptera, hemíptera, díptera y coleóptera (Martínez, Toro, Sánchez, & Rodríguez, 2017).

Este hiperparásito se relaciona a la familia de los Deuteromicetes y se propaga por medio de esporas asexuales llamadas conidios, también tiene la disposición de desarrollarse en organismos muertos y vivos por lo cual se establece simple su propagación en cualquier modo de cultivo (Roldan, 2016).

Se utiliza para el control de insectos perjudiciales en las plantas, así mismo los *Lecanicillium* son eficaces en el control biológico en insectos de costumbres en raspador y chupador como la mosca blanca, thrips, araña roja, palomilla, pulgones y ácaros (Cárdenas, 2017).

2.17. Zygomycota o Mucor

Es un hongo filamentoso que muestra un aumento de partición, localizándose en el suelo hacia excremento u otros sustratos orgánicos en putrefacción. Se refiere a la clase Zygomycota, clasificada por tener una propagación sexual por unión de gametangios, expone un micelio generalmente cenocítico (López S. , 2015).

El hongo perteneciente al Phylum Zygomycota de las especies que se encuentran como mayor importancia son el *Rhizopus*, *Absidia* y *Mucor*. El género *Mucor* es de ligero desarrollo en el medio de cultivo, realizando esporangios de modo esparcido y se mantiene latente en los sustratos con condiciones adecuadas (Igleaias-Osores & Rodríguez, 2020).

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

Descripción de la zona de Estudio

El presente estudio de investigación se llevó a cabo en la Finca “Ivanna”, la cual se encuentra ubicada en la vía Balosa en el Km12 en el Cantón Machala de la Provincia de El Oro, Ecuador.

Ubicación Geográfica

Las coordenadas geográficas de la zona de estudio son las siguientes:

Longitud $79^{\circ}57'12.5''$
W

Latitud $3^{\circ}19'50.6''$ S

Altitud 67 msnm

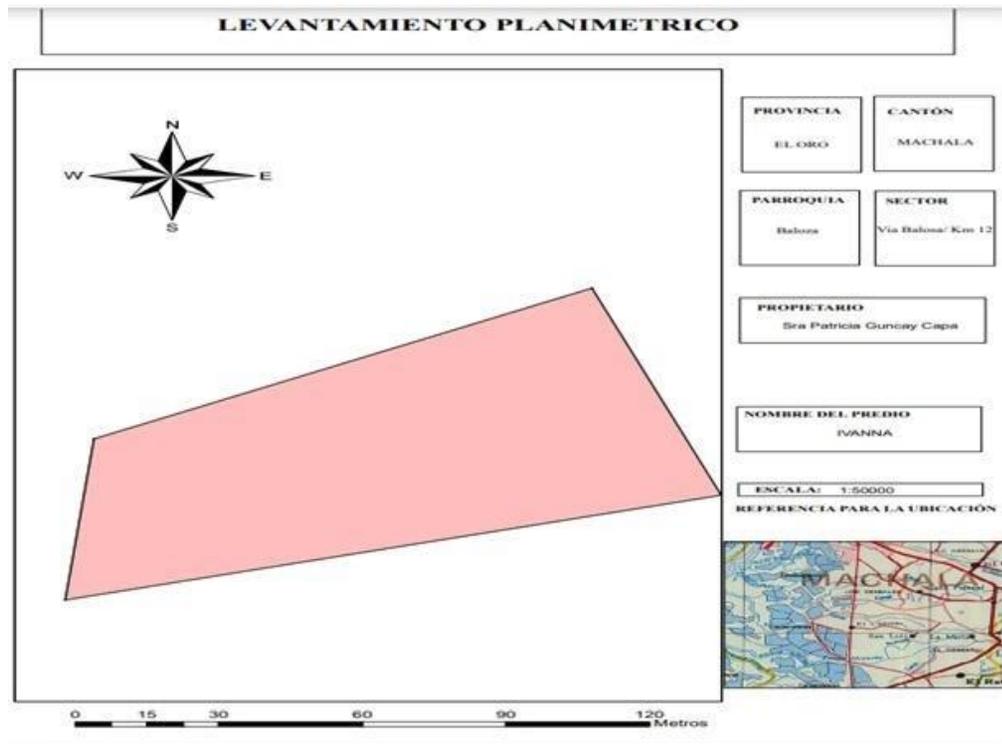


Figura 1. Levantamiento Planimétrico de la Finca Ivanna.

3.1.3. Materiales de Laboratorio para Aislamiento de Microorganismo

-Medio de Cultivo PDA

-Cajas Petri

-Aza

- Mechero
- Pinza
- Alcohol
- Autoclave
- Papel Film
- Fundas Polifan
- Azul de lactofenol

3.1.4. Materiales de Campo

- Palín
- Envases
- Fundas
- Balanza digital
- Curvo
- Calibrador
- Cinta métrica
- Etiquetas
- Barreno
- Recipientes

Tratamientos

En el área de estudio fue de 1 ha de las dos zonas, donde se establecieron tres tratamientos cada uno de ellos contó con 15 repeticiones, en la cual cada se desarrollaron en las fincas Ivanna y San Vicente en el sector vía balosa.

Tabla 2. Tratamientos y repeticiones con diferentes aplicaciones.

N° de repeticiones	Tratamientos	Código	Descripción
15	T1	NPK+MN+Biocar6 A	75 kg NPK + “MN” Microelementos “MN” (100 g Zn + 100 g B + 2 kg Fossil Shell Agro) + 5 kg Biocarbón, se realizaron seis aplicaciones por ha cada 45 días.
15	T2	NPK+MN6A	75 kg NPK + Microelementos (100 g Zn + 100 g B + 2 kg Fossil Shell Agro), se realizaron seis aplicaciones por ha cada 45 días

15

NPK+MN10A

75 kg NPK + Microelementos (100 g Zn + 100 g B + 2kg Fossil Shell Agro), se realizaron 10 aplicaciones distribuidas cada 35 días.

T3

Diseño experimental

El diseño experimental que se empleo fue completamente al azar (DCA), de esta manera se realizó con 3 tratamientos.

3.2. Metodología

3.2.1. Recolección de microorganismos en el campo

Para la recolección de los microorganismos se evaluaron 20 muestras de suelo al azar, de las cuales 10 pertenecen a la Finca Ivanna y otras 10 en la finca San Vicente; las mismas que se colectaron en tarrinas para luego ser trasladadas al laboratorio.

3.2.2. Recolección de muestra de microorganismo con el método del cuadrante.

Este procedimiento de los cuadrantes se fundamenta en recopilar muestras en el área de la vegetación de forma al azar, para realizar un conteo de colonias y recolección de microorganismos en cada punto asignado en las diferentes zonas de estudios (Bautista, 2011). El cuadrante es de madera, cuyas dimensiones es de 1 metro por 1 metro, lo cual permite una adecuada precisión en la población microbiana y así determinar las especies, géneros o phylum de los microorganismos en laboratorio (Terán, Duarte, Cuesta, & Pinto, 2018).



Figura 2.Método del cuadrante en la Finca “Ivanna”.

Los conteos se obtienen en cuadrante lineales o transectos, para lo que será indispensable evaluar el área muestreada total de la colonia. Para la ocasión de los cuadrantes, estos deben ser constituido al azar, o posiciones a longitud iguales a lo extenso de un transecto, y contar todas las colonias de hongos que se observa en el suelo ya sea en las cortezas, raíces o materiales vegetales (Ramos, 2016); para realizar el aislamiento y caracterización de microorganismos.



Figura 3.Método de un cuadrante en la Finca “San Vicente”.

3.2.3. Aislamiento y Reproducción de Microorganismos en el Laboratorio.

Para la identificación de los microorganismos, se inóculo en el Laboratorio de Fitopatología Vegetal de la Universidad de Machala en la Facultad de Ciencias Agropecuaria, donde se realizó dos metodologías para el aislamiento de hongo, estas son la siembra directa y purificación.

El método de la siembra directa consiste en preparar el medio de cultivo “PDA”, luego esto se coloca en cajas Petri con tejido del suelo ya sea corteza o raíz, las misma que se visualizaban de color blanco en las colonias de cada una de las muestras tomadas de las dos fincas; y se esperó 7 días para observar la aparición de los microorganismos.

Transcurrido los siete días, se procedió a realizar la siembra de purificación, cuya técnica consiste en seleccionar una parte de tejido que no esté contaminada, para la reproducción de los microorganismos, de esta forma proceder luego con la identificación y Caracterización de los género, especies o Phylum de las Fincas en el microscopio.

Se verifico un crecimiento activo en el medio de cultivo PDA con la metodología de siembra Directa de las 20 muestras de suelo, donde se sembró en cajas Petri con PDA donde se visualizó los microorganismos por características de colores, en donde se encontraban con residuos de suelo, hojarasca o descomposición de tallo; se observó con el método de purificación al 3er día las colonias de microorganismo por tipos de color, para identificar las colonias.

Según López & Velarde (2016) en la caracterización de los microorganismos aislados, utilizó dos métodos de medio de cultivo como es el “AGAR NUTRIENTE” para las bacterias y “SABOURAUD” en el caso de los hongos, en la purificación de cepas de hongos tomó en observación las colonias más representativas de cada muestra tomada. Para la identificación de la morfología de los microorganismos utilizó métodos de coloración o tinción Gram tono azulado; y a diferencia del (Rivas, 2018) para la identificación de hongos produjo en 5 días una pigmentación violeta con medio PDA, CLA en donde ocasionó estos microorganismos un área de micelio blanco denso, hialino de microconidios septados y las características diagnosticadas de los hongos aislados como *Fusarium* spp.

El método que se utilizó para esta investigación fue el aislamiento de microorganismos con medio de cultivo PDA (AGAR “Potato Dextrose”) en el cual se procedió con la siembra directa en cajas Petri con tejido vegetal de las muestras escogidas de los 10 cuadrantes donde se visualizó por colonia a simple vista, una vez inoculadas y reproducido los microorganismos, así mismo se realizó la purificación de los microorganismo, para la identificación o caracterización de los hongos en el microscopio (Euromex “Microscopos holland”), aplicando para la observación Azul de lactofenol una gota en el portaobjeto.

3.2.4. Método de Siembra para el aislamiento de microorganismos con PDA en cajas Petri.

Este método de siembra para el aislamiento de microorganismos por las colonias se podía visualizar simplemente en cada muestra tomada de las fincas. Para la realización de esta técnica de inóculo son los siguientes:

3.2.4.1. Procedimiento

1. Se elaboró el medio de cultivo PDA para comenzar con la siembra de aislamiento de microorganismos.
2. Luego se plasmó el medio de cultivo una vez retirado de la autoclave en cada una de las cajas Petri y se dejó que se enfriara para proceder a taparlas.
3. Antes de iniciar con las siembras se esterilizó el área donde se utilizará para trabajar.

4. En la manipulación de los materiales para la siembra Directa se cogió el aza y la pinza se le colocó alcohol y se las pasaba en el mechero.
5. Una vez pasada la pinza por el mechero se escogió del material de microorganismo recolectado de cada cuadrante que se podía observar por colonia de color simplemente en cada muestra.
6. Se colocó la pinza con la muestra en las cajas Petri con el medio de cultivo PDA, ubicando el inóculo diminuto con material vegetal recolectado en las dos fincas hasta que se reproduzca para luego realizar siembra de purificación.
7. Después de la siembra a cada caja Petri se las selló con papel Film y un marcador negro permanente se identifica de donde es cada muestra sembrada.
8. Posteriormente luego de la siembra se esperó entre 5 a 7 días para que se reproduzca la colonia o cepa de microorganismos y así mismo se procedió con la siembra de purificación.

3.2.5. Observación de los Microorganismos en el Microscopio.

Para la identificación y caracterización de las colonias aisladas en el procedimiento de inoculación y aislamiento de los microorganismos.

3.2.5.1. Procedimiento

1.- Una vez realizada la siembra de purificación se procedió a observar a través del Microscopio los microorganismos de cada Finca para la identificación por género y Filum.

2.- Caracterización microscópica se observa la estructura de los hongos con la cámara del microscopio a través del Software (Imagen Focus Alpha) con el lente 40x y 100x, con los siguientes métodos:

- *Elegió las muestras de los hongos para realizar la caracterización microscópica.
- * Se cogió un portaobjeto donde coloqué una gotita del líquido azul de lactofenol.
- *Posteriormente se analizaron las muestras para realizar la caracterización microscópica con una gotita del líquido azul de lactofenol.
- *Se realizó con un trozo de cinta adhesiva tocar la parte superior del hongo en las cajas Petri para la visualización en el microscopio.
- *Se observó en el microscopio con el lente de 40x o 100x y tomó una foto de la Imagen para la identificación del Microorganismo.

3.2.6. Aplicación de tratamientos

La aplicación de los tratamientos se realizó directamente al suelo, donde se evaluó en dos áreas de estudios.

T1: Se realizó 6 aplicaciones una cada 45 días; 75 kg de NPK (nitrato, fósforo, potasio); MN “microelemento” (100 g Zn, 100 g B, 2 kg – FOSSIL SHELL AGRO) y 5 kg de biocarbón.

T2: Se realizó 6 aplicaciones una cada 45 días; 75 Kg de NPK (nitrato, fósforo, potasio); MN “microelemento” (100 g Zn, 100 g B y 2 kg – FOSSIL SHELL AGRO).

T3: Se realizó 10 aplicaciones una cada 35 días; 75 kg de NPK (nitrato, fósforo, potasio); MN “microelemento” (100 g Zn, 100 g B y 2 kg – FOSSIL SHELL AGRO).

Variables evaluadas.

-NMR= Número de manos del racimo.

-PRAC= Peso del racimo

-PRQ=Peso del raquis

-RAT= Ratio

-GUM= Grado de la última mano.

-LUM= Longitud del dedo de la última mano.

-PMS=Peso de la mano del sol.

-NDMS=Número de dedos de la mano del sol.

-LDMS=Longitud de dedo de la mano del sol.

-SCOS=Semanas a la cosecha.

3.2.8. Análisis de Suelo

Se procedió a tomar muestras en las dos fincas Ivanna y San Vicente, las muestras se recogieron en manera de zig-zag con un barreno de profundidad de 10 cm hasta obtener 1kg por cada área, se colocaron en fundas plásticas con sus respectivas etiquetas para identificar la porción de las dos fincas y por último fueron remitidas al laboratorio para el análisis.

3.2.9. Análisis de los datos

Se realizó un “Anova de un factor” de estudio, para cada una de las variables evaluadas de los tratamientos por medio del software (IBM SPSS versión 25), donde se efectuó pruebas de intersujetos y gráficos de diagramas de medias, de esta forma con el fin de determinar si existen diferencias significativas con (p-valor=0,05), entre la aplicación de biocarbón como enmienda edáfica en la microbiota del suelo en el cultivo de banano.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. Comparación de las cantidades de colonias de Microorganismos de la Finca “Ivanna” y “San Vicente”.

En la tabla 3, se observa el volumen de colonias de microorganismos, realizada por el método del cuadrante, en la cual el método a desarrollar fue de forma al azar, de esta manera determinar las cantidades de hongos formadas en las dos fincas.

Tabla 3. Conteo de colonias por el método del cuadrante.

Cuadrante de muestras de Colonias	Cantidad de Colonias de microorganismos de la Finca Ivanna	Cantidad de Colonias de Microorganismo en la Finca San Vicente (La Pantera)
C#01	10	6
C#02	3	2
C#03	6	4
C#04	5	1
C#05	9	0
C#06	3	3
C#07	7	2
C#08	2	2
C#09	5	4
C#10	4	1

El gráfico 1 se visualiza las cantidades de colonias de microorganismos tomadas de 20 muestras, en la cual tiene mayor número de colonias formadas es la finca Ivanna, en donde se aplicó el T1(NPK+MN+ Biocarbón6A) y T2 (NPK+MN6A) se puede verificar que el biocarbón cumple funciones en nutrir a las plantas, incrementar los microorganismos en el suelo y aumentar la productividad.

A comparación con la finca (San Vicente) donde se observa menor porcentaje de colonias formadas de microorganismos, así mismo se aplicó el T3 (NPK+MN10A) donde no se evidenció resultados de microorganismos.

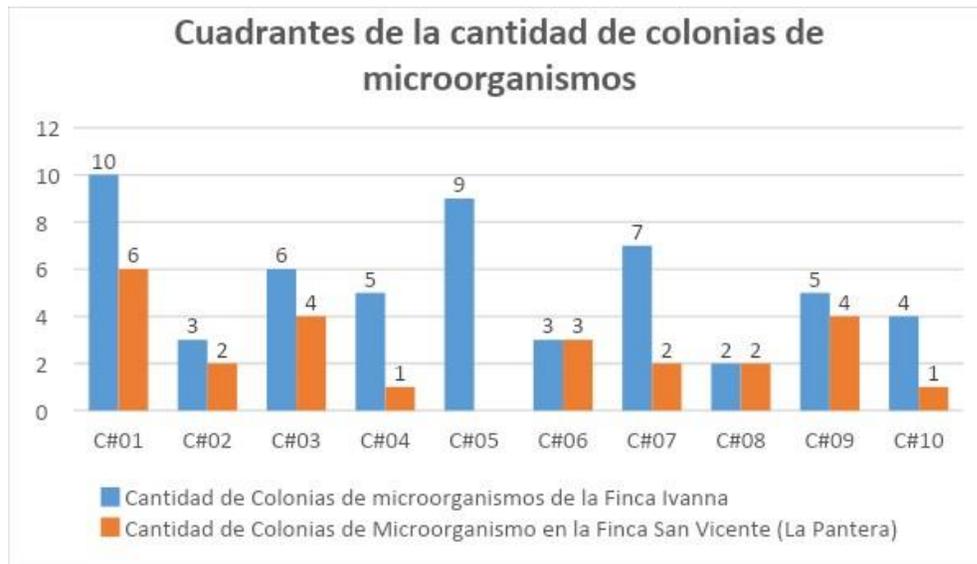


Gráfico 1. Comparación de las cantidades de colonias formadas de microorganismos.

4.2. Identificación y Caracterización de microorganismos en suelos orgánicos, aplicación de biocarbón de la Finca (Ivanna)

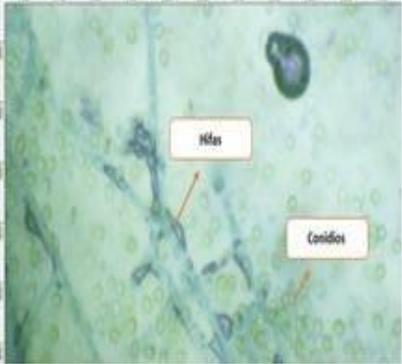
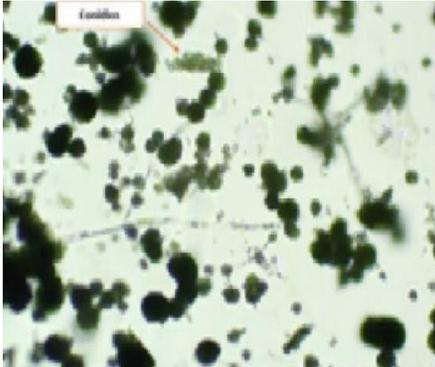
En la tabla 4 se puede apreciar que existe mayor cantidad de microorganismos benéficos en suelos orgánicos con aplicación de biocarbón (Finca Ivanna) del género *Trichoderma* y *Beauveria bassiana* los cuales actúan como agentes antagónicos (control biológico), en relación de los hongos fitopatógenos/ patógenos (causantes daños a los cultivos) como *Lecanicilium*, *Rhizopus*, *Zygomycota*, *Mucor*; que se encontraron en menor proporción en el mismo suelo; sin embargo, es el más sobresaliente fue el género de *Trichoderma*.

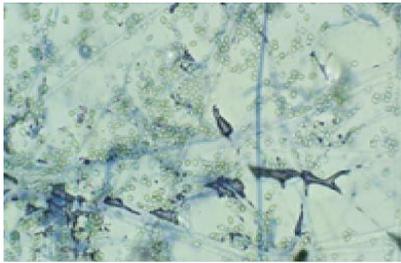
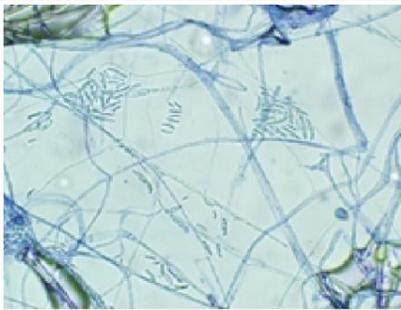
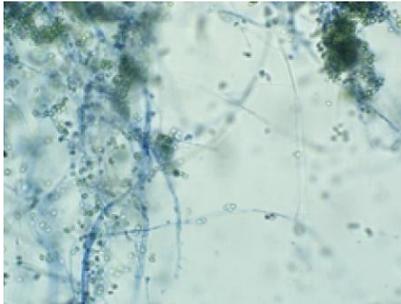
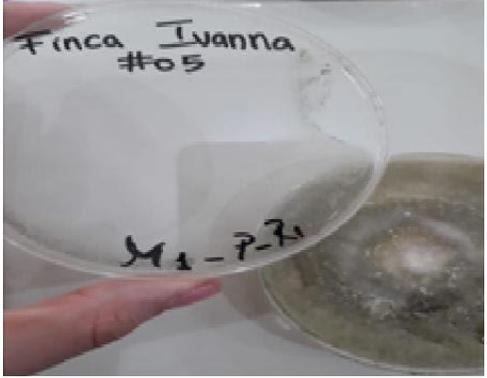
Así mismo Díaz (2017) en un estudio realizado encontró cepas de hongos antagónicos (*Trichoderma* spp, *Penicillium*) y fitopatógenos como (*Phaecillomyces lilacinus*, *Mucor* sp). La *Trichoderma* fue encontrado en tres cepas en forma de conidios circulares e hifas septadas las mismas que presentó colores de verde oscuro, verde amarillento, y verde con blanco.

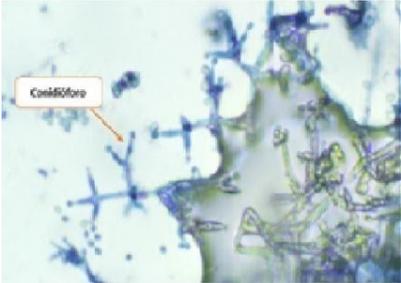
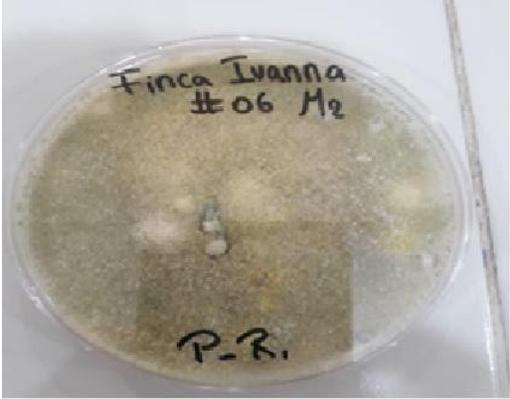
De acuerdo a lo mencionado por Zeballos (2017) los microorganismos antagónicos permiten el aumento de nitrógeno en el suelo y actúan como parásitos del hongo *Fusarium* que evita el crecimiento, desarrollo y provoca la marchitez de la planta.

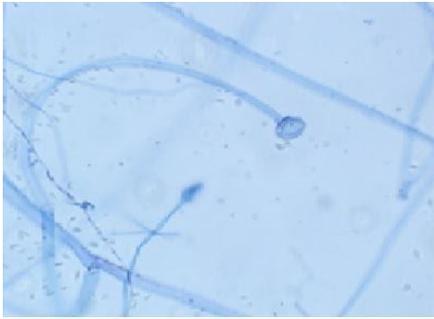
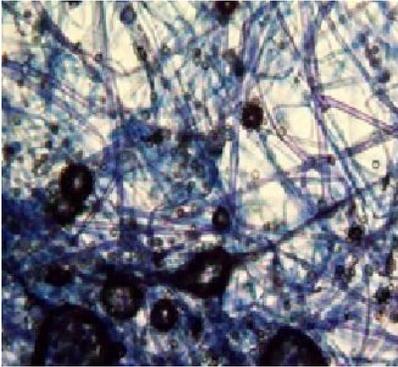
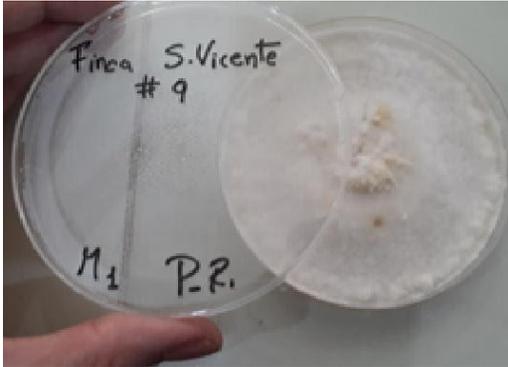
Tabla 4. Identificación y Caracterización de los microorganismos de la Finca (Ivanna).

Fuente: Autor.

Código del hongo	Foto del Microscopio	Foto de la Caja Petri
#01 M2 (P-R1)	 <p>Género/ Phylum del Hongo: <i>Trichoderma</i></p> <p>Cultivo: Banano de Cavendish.</p> <p>Tejido: Corteza</p>	
#02 M1 (P-R1)		

	<p>Género/ Phylum del Hongo: <i>Trichoderma</i></p> <p>Cultivo: Banano de Cavendish.</p> <p>Tejido: Materia Vegetal (tejido)</p>	
<p>#03 M1 (P-R2)</p>	 <p>Género/ Phylum del Hongo: <i>Beauveria bassiana</i></p> <p>Cultivo: Banano de Cavendish.</p> <p>Tejido: Corteza</p>	
<p>#04 M1 (P-R1)</p>	 <p>Género/ Phylum del Hongo: <i>Lecanicilium</i></p> <p>Cultivo: Banano de Cavendish.</p> <p>Tejido: Corteza</p>	
<p>#05 M1 (P-R1)</p>	 <p>Género/ Phylum del Hongo: <i>Trichoderma</i></p>	

	<p>Cultivo: Banano de Cavendish.</p> <p>Tejido: Corteza</p>	
<p>#06 M1 (P-R1)</p>	 <p>Género/ Phylum del Hongo: <i>Trichoderma</i></p> <p>Cultivo: Banano de Cavendish.</p> <p>Tejido: Raíz</p>	
<p>#07 M1 (P-R2)</p>	 <p>Género/ Phylum del Hongo: <i>Rhizopus</i></p> <p>Cultivo: Banano de Cavendish.</p> <p>Tejido: Corteza</p>	

<p>#08 M1 (P-R1)</p>	 <p>Género/ Phylum del Hongo: <i>Zygomycota</i></p> <p>Cultivo: Banano de Cavendish.</p> <p>Tejido: Raíz</p>	
<p>#09M1 (P-R1)</p>	 <p>Género/ Phylum del Hongo: <i>Mucor</i></p> <p>Cultivo: Banano de Cavendish.</p> <p>Tejido: Corteza</p>	
<p>#10 M1 (P-R1)</p>	 <p>Género/ Phylum del Hongo: <i>Zygomycota</i></p> <p>Cultivo: Banano de Cavendish.</p>	

	Tejido: Corteza	
--	------------------------	--

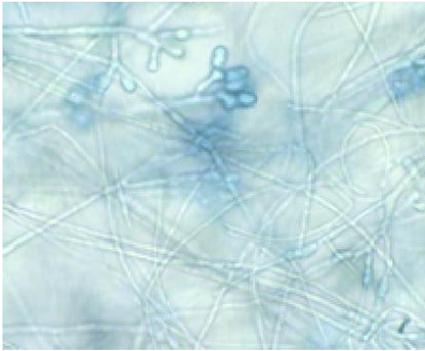
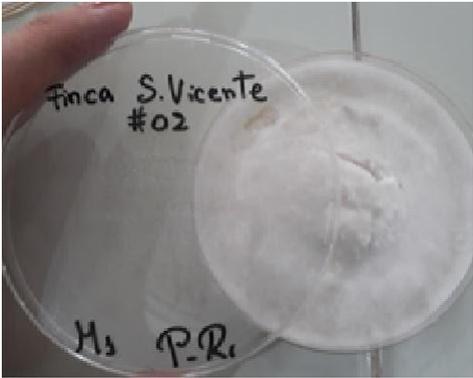
4.3. Identificación y Caracterización de microorganismos en suelos Orgánicos (sin aplicación de biocarbón) de la Finca (San Vicente).

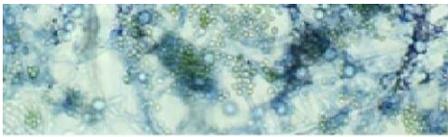
En la tabla 5 se observaron más cantidades diferentes de los tipos de colonias de microorganismos en suelos Orgánicos (sin aplicación de biocarbón) de la Finca (San Vicente), del Género *Trichoderma* este perteneciente como agentes antagónicos (Control biológico) entre ellos se encontraron agentes fitopatógenos (causan daños a los cultivos) como la *Zygomycota*, *Deteromycota*; así el hongo más caracterizado es la *Zygomycota*.

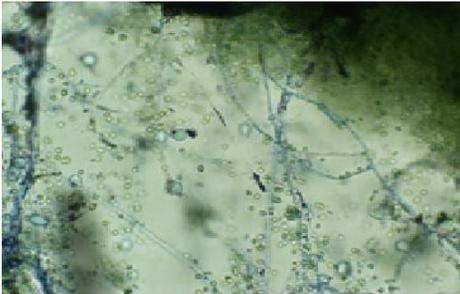
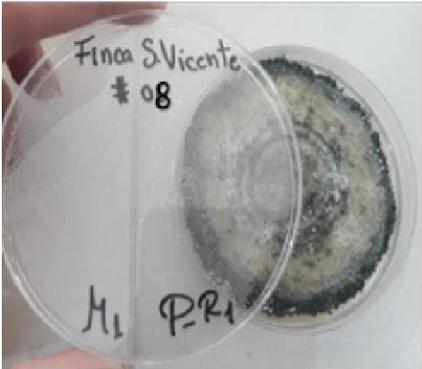
Tabla 5. Identificación y Caracterización de microorganismos en la Finca (San Vicente).

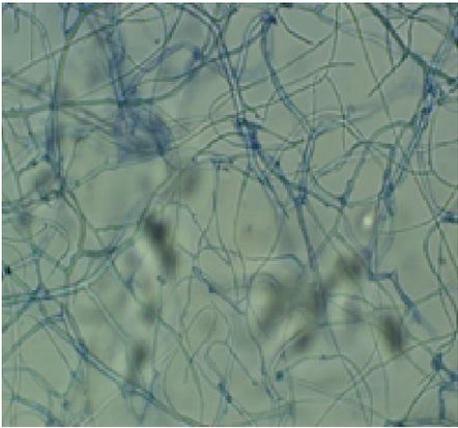
Fuente: Autor

Código del hongo	Foto del Microscopio	Foto de la Caja Petri
#01 M3 (P-R3)	 <p>Género/ Phylum del Hongo: <i>Trichoderma</i></p> <p>Cultivo: Banano de Cavendish.</p> <p>Tejido: Corteza</p>	

<p>#02 M1 (P-R1)</p>	 <p>Género/ Phylum del Hongo: <i>Zygomycota</i></p> <p>Cultivo: Banano de Cavendish.</p> <p>Tejido: Materia Vegetal (tejido)</p>	
<p>#03 M2 (P-R1)</p>	 <p>Género/ Phylum del Hongo: <i>Zygomycota</i></p> <p>Cultivo: Banano de Cavendish.</p> <p>Tejido: Corteza</p>	

<p>#04 M2 (P-R2)</p>	 <p>Género/ Phylum del Hongo: <i>Deuteromycota</i> Cultivo: Banano de Cavendish. Tejido: Corteza</p>	
<p>#05 M1 (P-R2)</p>	 <p>Género/ Phylum del Hongo: <i>Trichoderma</i> Cultivo: Banano de Cavendish. Tejido: Corteza</p>	
<p>#06 M1 (P-R1)</p>	 <p>Género/ Phylum del Hongo: <i>Trichoderma</i> Cultivo: Banano de Cavendish.</p>	

	Tejido: Raíz	
#07 M1 (P-R1)	 <p>Género/ Phylum del Hongo: <i>Zygomycota</i></p> <p>Cultivo: Banano de Cavendish.</p> <p>Tejido: Corteza</p>	
#08 M1/6 (P-R1)	 <p>Género/ Phylum del Hongo: <i>Verticilium</i></p> <p>Cultivo: Banano de Cavendish.</p> <p>Tejido: Raíz</p>	
#09 M1 (P-R1)	 <p>Género/ Phylum del Hongo: <i>Zygomycota</i></p> <p>Cultivo: Banano de Cavendish.</p>	

	Tejido: Corteza	
#10 M1 (P-R1)	 <p>Género/ Phylum del Hongo: <i>Zygomycota</i></p> <p>Cultivo: Banano de Cavendish.</p> <p>Tejido: Corteza</p>	

Se halló la presencia de *Mucor* y *Rhizopus* que son causantes de daños económicos, biológicos de enfermedades, así como es el género *Fusarium* (Gómez M. , 2018) los cuales se consideran hongos patógenos causantes de la antracnosis en el fruto del plátano (Hernandez & Morales, 2017)

Manifiestan Gijón, Trejo, López, Ramírez, Arriola, Pérez(2015) que con la identificación y caracterización de *Trichoderma* spp. se ha utilizado para controlar una amplia de hongos patógenos en las plantas; así mismo las cepas encontradas en este trabajo fueron la (*Trichoderma viridae*) como hongo entomopatígeno para controlar insectos y la (*Trichoderma chilonis*) que se alimenta externamente o internamente de su hospedantes.

4.4. Número de manos del racimo

En la tabla 6, se observa el análisis de varianza (ANOVA) de un factor realizado al número de manos del racimo, muestra un p-valor de 0.113, el cuál es mayor a 0,05; por lo tanto, no existe diferencia significativa estadísticas en el número de manos del racimo, entre las medias de cada tratamiento.

Tabla 6. ANOVA de un factor para la variable de número de manos del racimo.

Factor de variación	Sig.
Entre grupos	,113
Dentro de grupos	
Total	

El gráfico 2 se observa la media del número de manos del racimo donde el T1(NPK+MN+ Biocarbón6A) tiene 6.13 manos e igual que el T2, respectivamente muestra homogeneidad en los datos, por otro lado, el T3 con 6,87 manos, valor mayor a los demás tratamientos.

Según Azuero (2020), manifiesta que el biocarbón en combinación con otros nutrientes en dosis controladas, puede beneficiar a las variables de número de manos del racimo, en porcentajes bajos; por lo tanto, los tratamientos mostraron resultados homogéneos.

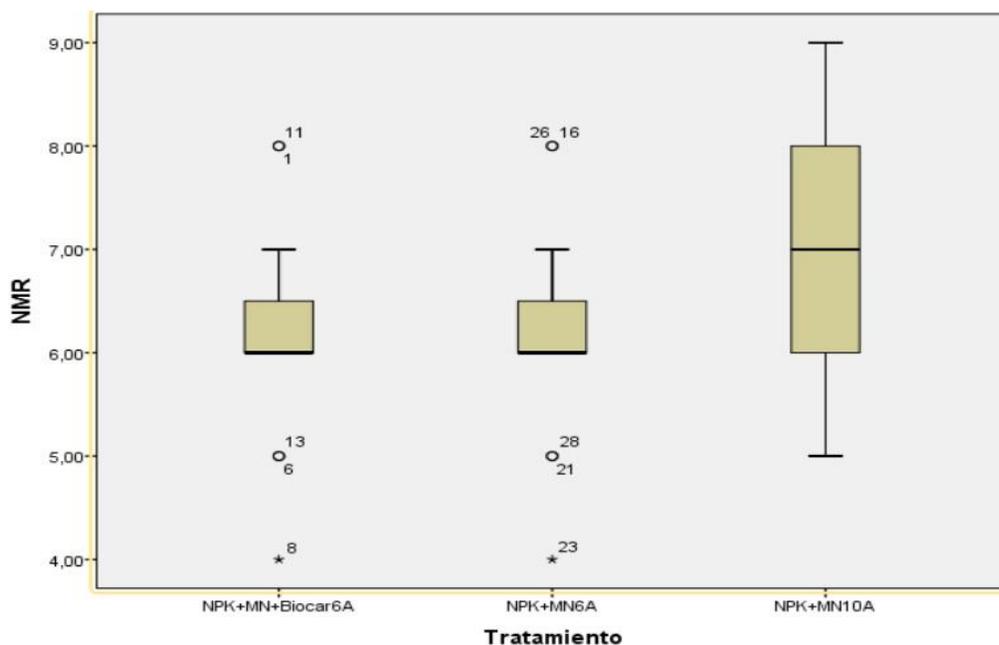


Gráfico 2. Diagrama de cajas de número de manos del racimo.

4.5. Peso del racimo

En la tabla 7, se observa el análisis de varianza (ANOVA) de un factor realizado al peso del racimo, muestra un p-valor de 0.374, el cuál es mayor a 0,05; por lo tanto, no existe diferencia significativa entre las medias de cada tratamiento.

Tabla 7. ANOVA de un factor para la variable de peso del racimo.

Factor de variación	Sig.
Entre grupos	,374
Dentro de grupos	
Total	

En el gráfico 3 se observa una media del peso del racimo, el T1(NPK+MN+Biocarbón6A) muestra un valor superior a los demás tratamientos con 64.54 lb, es decir las plantas que fueron aplicadas con el biocarbón, aumentaron el peso del racimo, a diferencia del T2(NPK+MN6A) y T3(NPK+MN10A) donde los valores son muy similares, pero por debajo del T1, teniendo una diferencia aproximada de 4.8 lb entre los tratamientos.

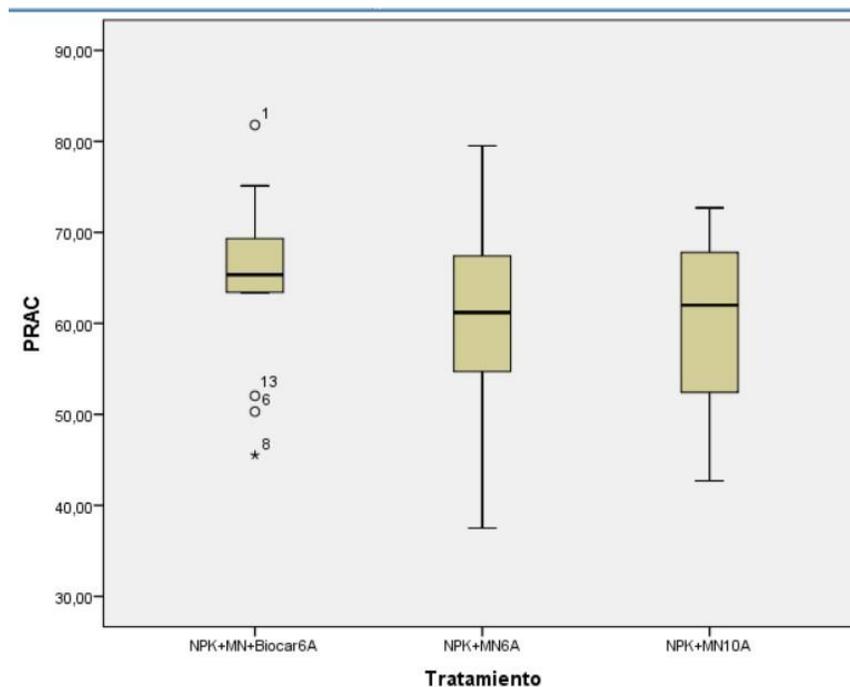


Gráfico 3. Diagrama de cajas de peso del racimo.

4.6. Peso del raquis

El análisis de varianza (ANOVA) de un factor realizado al peso del raquis, muestra un p-valor de 0.002, el cuál es menor a 0,05 (Tabla 8); por lo tanto, si existe diferencia significativa entre las medias de cada tratamiento.

Tabla 8. ANOVA de un factor para la variable de peso del raquis.

Factor de variación	Sig.
Entre grupos	,002
Dentro de grupos	
Total	

Con los resultados obtenidos, se realizó el gráfico 4, donde se evidencia que el mayor peso del raquis se obtiene al aplicar el T3 (NPK+MN) con un peso de 7.81 lb, debido al mayor número de aplicaciones realizadas, a diferencia de los demás tratamientos que se realizaron menos y por ende menor peso del raquis, el T1 con 6.44 lb seguidos por el T2 con 6.17 lb, este último presentó menor peso que los demás, por la misma razón del número de aplicaciones.

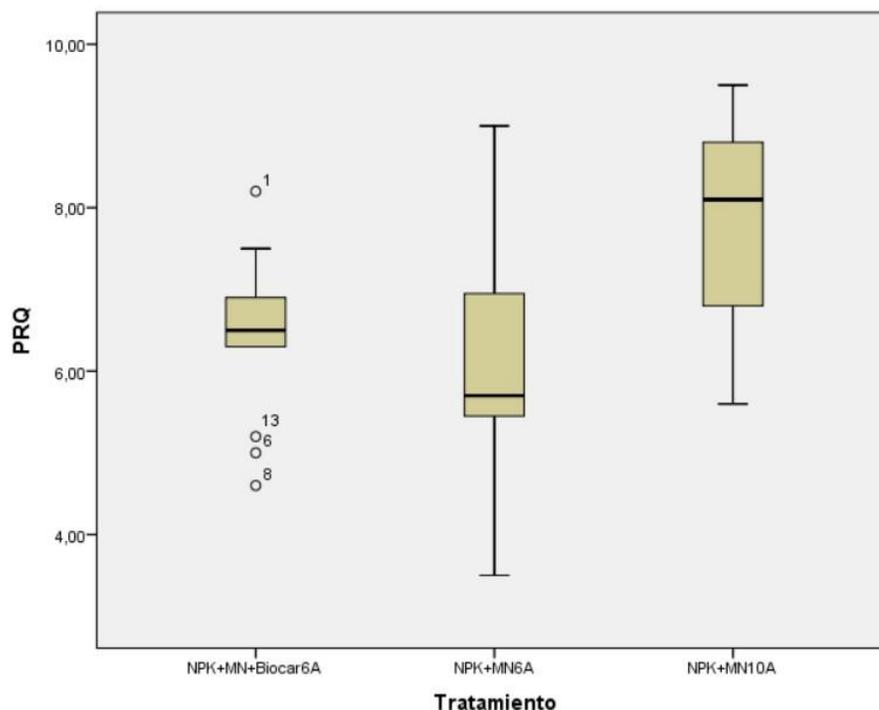


Gráfico 4. Diagrama de cajas de peso del raquis.

4.7. Ratio

En la tabla 9, se observa el análisis de varianza (ANOVA) de un factor realizado al ratio, en donde muestra un p-valor de 0.170, valor mayor a 0,05; por lo tanto, no existe diferencia significativa estadísticas, entre las medias de cada tratamiento.

Tabla 9. ANOVA de un factor para la variable ratio.

Factor de variación	Sig.
Entre grupos	,170
Dentro de grupos	
Total	

Se observa en el gráfico 5 que la media de la ratio más sobresaliente es con la aplicación del T1 (NPK+ MN+ Biocarbón) con 1.36, teniendo en cuenta que en la variable peso del racimo se obtuvo un valor alto al ser aplicado el mismo, posteriormente el T2 (NPK+MN6A) con 1.24 y T3 (NPK+MN10A) con 1.22, se evidencia que los tratamientos son casi semejantes.

Según Tuz (2018) manifiesta que, en el presente trabajo realizado, de los tratamientos aplicados de los fertilizantes utilizados con mezcla de MN (Microelementos) y biocarbón; además esto ayudando al suelo a incrementar la Capacidad de intercambio catiónico (CIC) y los rendimientos en la producción.

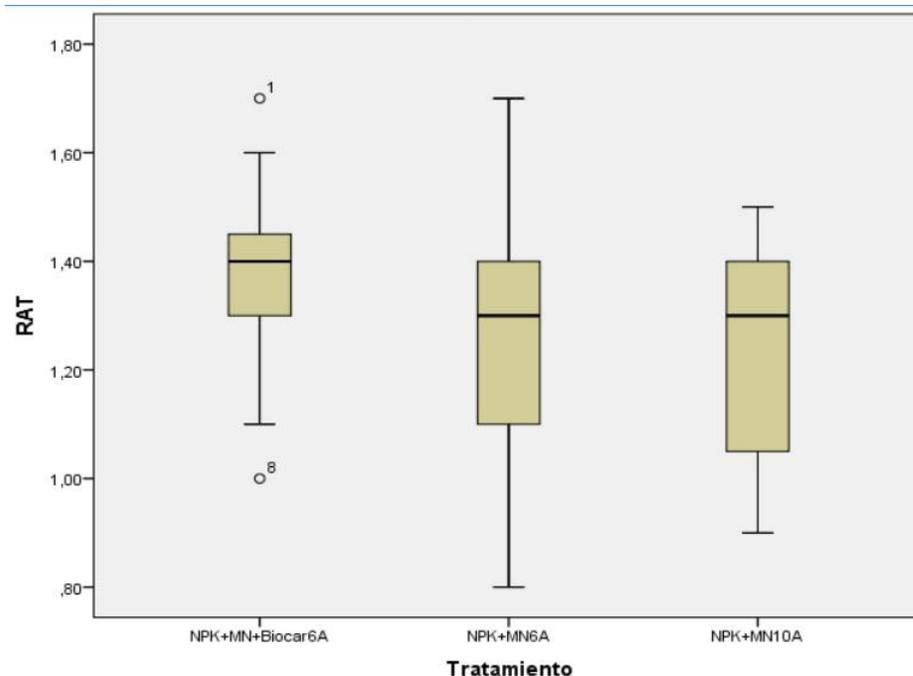


Gráfico 5. Diagrama de cajas de Ratio

4.8. Grado de la última mano.

En la tabla 10, se observa el análisis de varianza (ANOVA) de un factor, en la cual presenta que los grados de la última mano tomados por la calibración de la mano del racimo, donde muestra un p-valor de 0.026 es menor a 0.05; por lo tanto, si existe diferencia significativa en la estadística del número de manos del racimo, entre las medias de cada tratamiento.

Tabla 10. ANOVA de un factor para la variable de grado de la última mano.

Factor de variación	Sig.
Entre grupos	,026
Dentro de grupos	
Total	

En el gráfico 6, se observa que el T1 (NPK+MN+Biocar6A) y T2 (NPK+MN6A) presentan el mismo grado de la última mano con 42.20, esto debido a que en ambos tratamientos se realizaron las mismas aplicaciones considerando que el biocarbón no influyó en el grado ya que se obtienen el mismo valor, por otra parte, el T3 presenta un valor por debajo de los demás tratamientos pese

a que en este se realizaron más aplicaciones, sin embargo, este valor se encuentra dentro de los parámetros requeridos para la exportación.

Los autores Tenesaca, Quevedo & García (2019), en su investigación manifiestan que el grado de la última mano muestra que al aplicarse dosis de biocarbón entre 50 g y 75 g, obtuvieron un grado de 43, por lo tanto, se establece en el rango de parámetros óptimos de exportación.

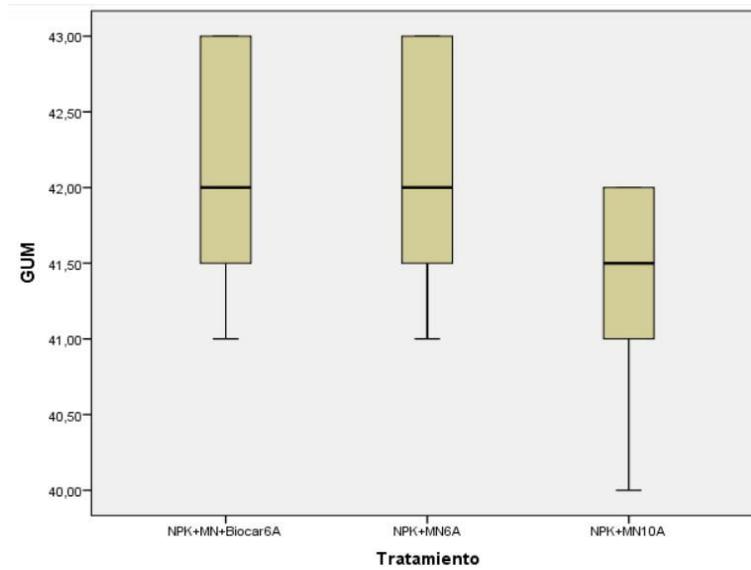


Gráfico 6. Diagrama de cajas del grado de la última mano.

4.9. Longitud del dedo de la última mano

En la tabla 11, se observa el análisis de varianza (ANOVA) de un factor, en la cual presenta la longitud de dedo de la última mano del racimo, donde muestra un p-valor de 0.01, siendo menor al valor 0.05; por lo tanto, si existe diferencia significativa en la estadística presente de cada tratamiento.

Tabla 11. ANOVA de un factor para la variable de la longitud del dedo de la última mano.

Factor de variación	Sig.
Entre grupos	,001
Dentro de grupos	

Total

En el gráfico 7, se observa que el T1 (NPK+MN+Biocar 6A) y T2 (NPK+MN6A) presentan el mismo valor de la longitud de dedo de la última mano con 9.33, esto debido a que en ambos tratamientos se realizaron con las mismas repeticiones de las aplicaciones fertilizantes orgánicos, siendo que el biocarbón no influyó en el largo ya que se obtienen el mismo valor en estos tratamientos, por otra parte, el T3 (NPK+MN10A) presenta un valor de 8,91 diferente a los otros, teniendo en cuenta que en este último se realizaron más aplicaciones, sin embargo no contribuyen en esta variable.

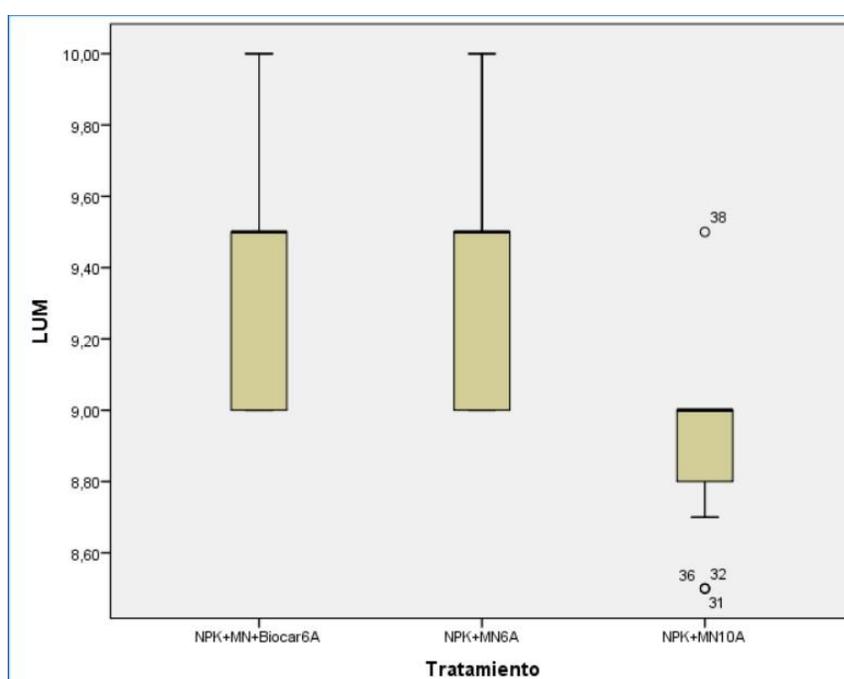


Gráfico 7.Diagrama de cajas de la longitud del dedo de la última mano.

4.10. Peso de la mano del sol

En la tabla 12, se observa el análisis de varianza (ANOVA) de un factor, en la cual presenta el peso de la mano del sol, donde muestra un p-valor de 0.004 siendo este valor menor a 0.05; por lo tanto, si existe diferencia significativa en la estadística entre las medias de cada tratamiento.

Tabla 12. ANOVA de un factor para la variable de peso de la mano del sol.

Factor de variación	Sig.
------------------------	------

Entre grupos	,004
Dentro de grupos	
Total	

En el gráfico 8, se observa que al aplicarse el T1 (NPK+MN+Biocar6A) aumenta el peso de la mano del sol con un valor de 12,95 lb así mismo el T2 (NPK+MN6A) presentan peso considerablemente alto de 11,50, en comparación con el tratamiento T3 (NPK+MN10A) que presenta peso bajo de 9.04, esto debido al número de aplicaciones, un exceso puede ocasionar que el peso del fruto sea bajo en lugar de esperarse que el peso sea mayor considerando que a mayor incremento de nutrientes mayor peso de fruto, sin embargo, no se observó el resultado esperado, por lo tanto, si existe diferencias significativas entre los tratamientos aplicados.

Los autores Quevedo, Delgado, Tuz & García (2019), mencionan que en el peso de la mano del sol, con la aplicación de los micronutrientes como boro y zinc, así mismo indican el aprovechamiento de los nutrientes, que adquiere la planta para el aumento de la productividad en la fruta para la exportación.

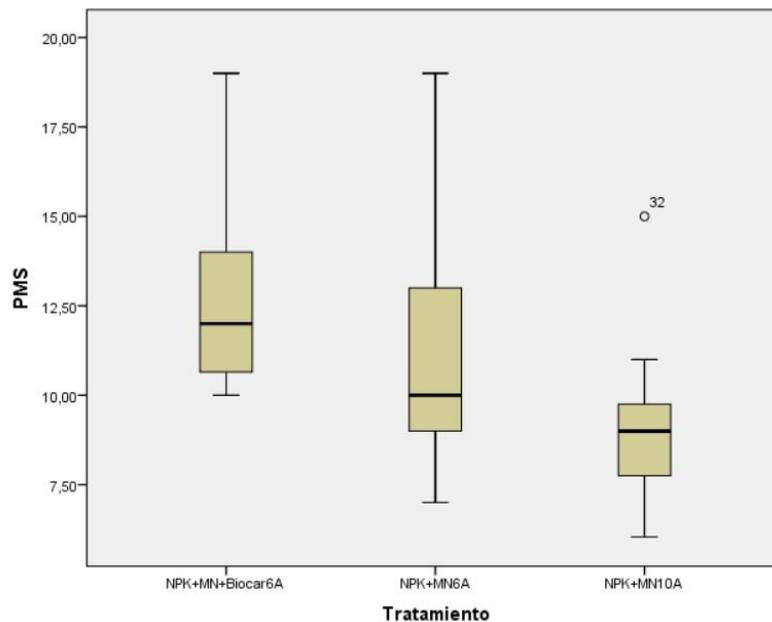


Gráfico 8.Media peso de la mano del sol

4.11. Número de dedos de la mano del sol

En la tabla 13, se observa el análisis de varianza (ANOVA) de un factor, en la cual presenta el número de dedos de la mano del sol, donde muestra un p-valor de 0.010 siendo este valor menor a 0.05; por lo tanto, si existe diferencia significativa en la estadística entre las medias de cada tratamiento.

Tabla 13. ANOVA de un factor para la variable de número de dedo de la mano del sol.

Factor de variación	Sig.
Entre grupos	,010
Dentro de grupos	
Total	

En el gráfico 9, se observa que el T1 (NPK+MN+Biocar6A) posee un mayor número de dedos de la mano del sol con un valor de 23,33 debido a la aplicación de biocarbón que contribuyó al incremento de los dedos, en cambio con el T2 (NPK+MN6A) presenta un valor de 19,27 y el T3 (NPK+MN10A) indica un resultado de 19,47, teniendo en cuenta que en el peso de la mano en tratamiento fue menor pero el número de dedos mayor ya que al aplicarse este tratamiento la cantidad de dedos incrementa pero su peso baja, el T2 y T3 poseen valores similares en comparación con el T1 con un número aproximado de 3 dedos de diferencia.

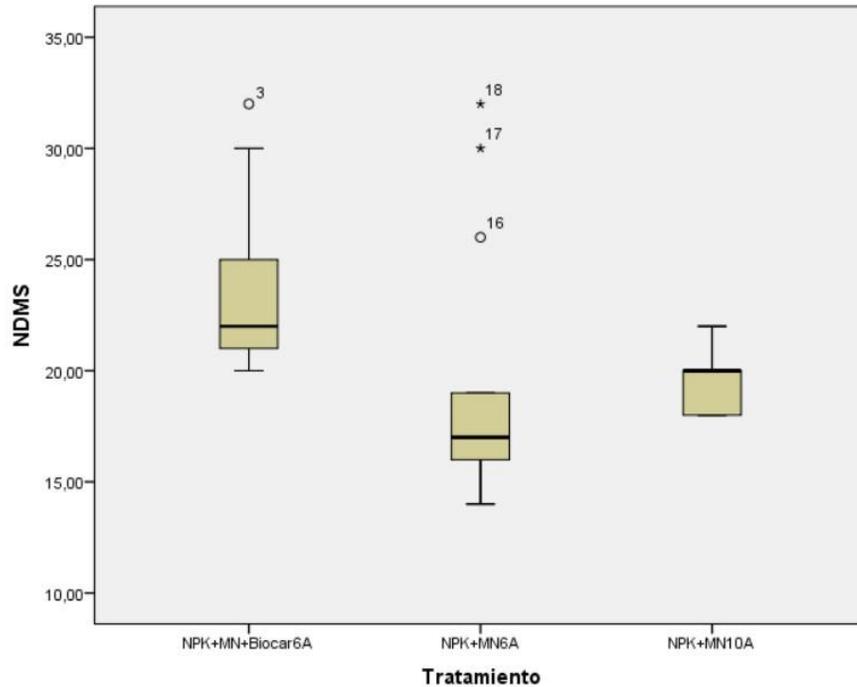


Gráfico 9. Diagrama de cajas del número de dedo de la mano del sol (NDMS).

4.11. Longitud de dedo de la mano del sol.

En la tabla 14, se observa el análisis de varianza (ANOVA) de un factor, en la cual presenta en la longitud de dedo de la mano del sol, donde muestra un p-valor de 0.014 siendo por ende menor a 0.05; por lo tanto, si existe diferencia significativa en la estadística, entre las medias de cada tratamiento.

Tabla 14. ANOVA de un factor para la variable de la longitud de dedo de la mano del sol.

Factor de variación	Sig.
Entre grupos	,014
Dentro de grupos	
Total	

Con los resultados obtenidos en el gráfico 10, donde se evidencia que el T1 (NPK+MN+Biocarbón 6A) y T2 (NPK+MN6A) son homogéneo con un valor de 10,60 a

diferencia del T3 (NPK+MN10A) con un largo de 10,24; debido al mayor número de aplicaciones realizadas, a diferencia de los demás tratamientos.

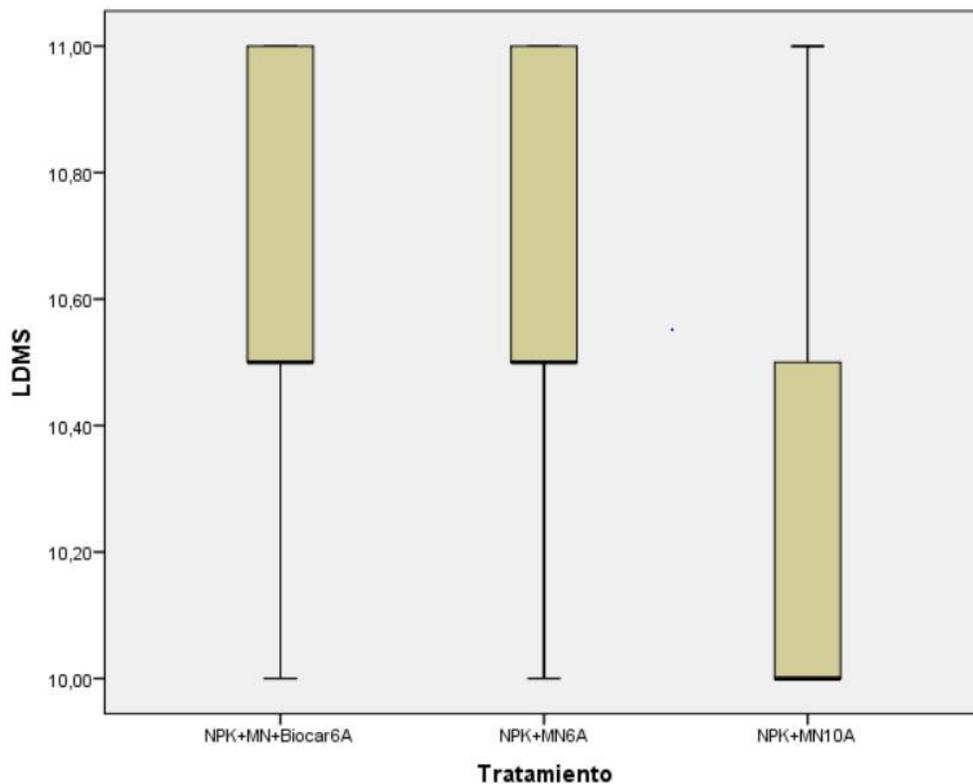


Gráfico 10. Diagrama de cajas de la longitud de dedo de la mano del sol.

4.12. Semanas de cortes a la cosecha

En la tabla 15, para la semana de cortes a la cosecha, se observa el análisis de varianza (ANOVA) de un factor, en la cual presenta que el p-valor es de 0.230, es mayor a 0.05; por lo tanto, no existe diferencia significativa en la estadística de las semanas para el corte de la fruta.

Tabla 15. ANOVA de un factor para la variable de la semana a la cosecha.

Factor de variación	Sig.
Entre grupos	,230
Dentro de grupos	
Total	

En el gráfico 11, se observa que el T1 (NPK+MN+Biocar6A) y T2 (NPK+MN6A) presenta homogeneidad en los valores de las semanas de cortes a la cosecha con un valor de 11, esto debido a que en ambos, se realizaron con las mismas repeticiones de las aplicaciones, siendo que el biocarbón no influyó en los cortes de la fruta, ya que se obtienen el mismo valor, por otra parte, el T3 (NPK+MN10A) presenta un valor de 11,33 con una diferencia mínima a los otros tratamientos; sin embargo los cortes se debe de llevar un control cuando la planta madre vaya a parir y así esto no perjudique en el momento de la exportación.

Según el autor Medina (2020), manifiesta que las semanas a la cosecha, se puede realizar a partir de 11 semanas. Luego de haber emergido la inflorescencia, por otra parte, esta variable se considera muy importante, ya que se lleva en cuenta la edad de la fruta, porque esto depende del proceso de maduración para llegar a exportación y así a la comercialización de los mercados a nivel mundial.

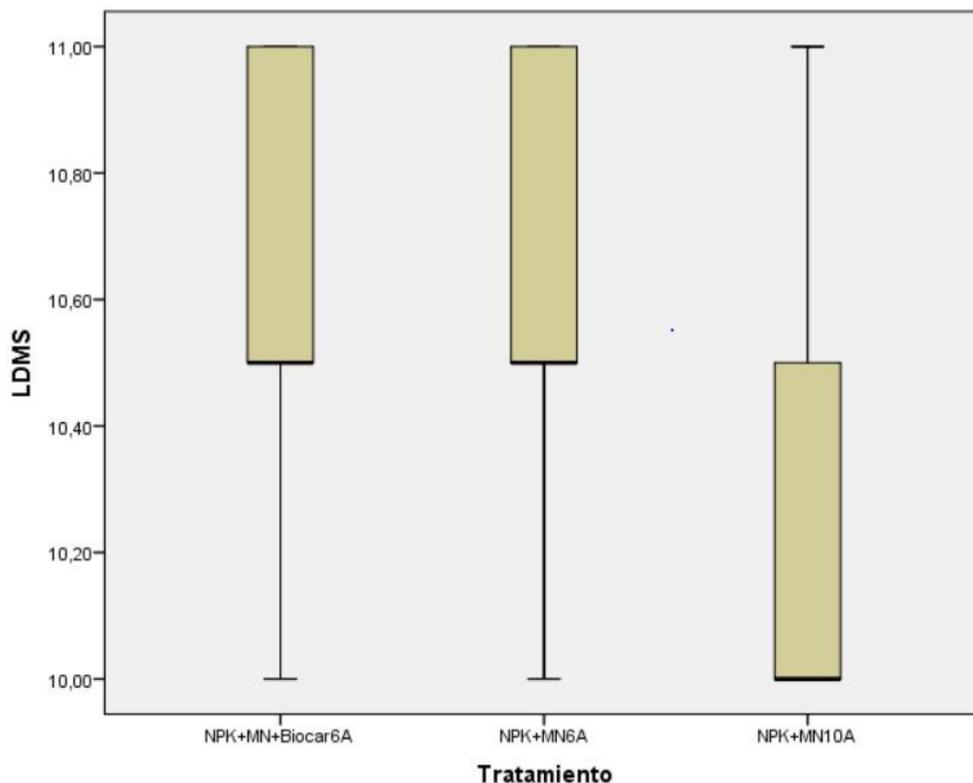


Gráfico 11.Diagrama de cajas de la semana a la cosecha.

4.12. Comparación del análisis químico del Suelo en la Finca “Ivanna” y “San Vicente”.

El análisis de suelo realizado en la finca Ivanna (Ver anexo 1), donde presenta una clase textural de suelo de franco arcilloso (Ver anexo 8), con pH de 6.40 ligeramente ácido (Ver anexo 7), con un contenido de materia orgánica que se encuentra a porcentaje medio entre 2.26% (Ver anexo 9), su conductividad eléctrica es considerablemente baja con 1.19 indicando que no se encuentra en los rangos de un suelo salino (Ver anexo 11) y su capacidad de intercambio catiónico (CICE) esta se establece en los valores altos con 28.94 meq/100ml (Ver anexo 12), por tanto el efecto que contribuye la aplicación de los tratamientos T1 (NPK+MN+Biocar6A) y T2 (NPK+MN6A) en la finca Ivanna demuestra buenas condiciones en la nutrición del suelo.

Según Deras (2019) manifiesta que la materia orgánica (M.O) favorece en la nutrición del suelo para el buen desarrollo de las plantas, así como también al mejoramiento de la estructura, y la fertilidad; además manteniendo la actividad microbiana benéfica en los suelos. Menciona Castro (2019) que en los suelos bananeros toleran un pH medio-bajo, sin embargo, demasiada acidez afecta a la productividad; además indica que el intervalo para mayor producción es entre 5,5 y 6,5 pH.

En comparación con el análisis de suelo (Ver anexo 4), realizado a cabo en la finca “San Vicente”, donde presente una clase textural Franco (Ver anexo 8), un pH de 6.40 ligeramente ácido (Ver anexo 7), con un contenido de materia orgánica de 2.41% considerado como medio (Ver anexo 9), la conductividad eléctrica es baja con 0.51 pero no se encuentra en los rangos de un suelo salino (Ver anexo 11), y su capacidad de intercambio catiónico (CICE) esta se establecen valores altos con 25.32 meq/100 ml (Ver anexo 10), por lo tanto la aplicación del T3 (NPK+MN10A) debido al número realizado de aplicaciones aumenta el porcentaje de materia orgánica que se ve reflejado en la nutrición del suelo.

Por otra parte, se puede observar en la Gráfico 12, que la capacidad de intercambio catiónico y la conductividad eléctrica son los que tiene mayores valores en los parámetros con la aplicación de los tratamientos T1 y T2; por lo cual el biocarbón ayuda en la retención de humedad y nutrientes.

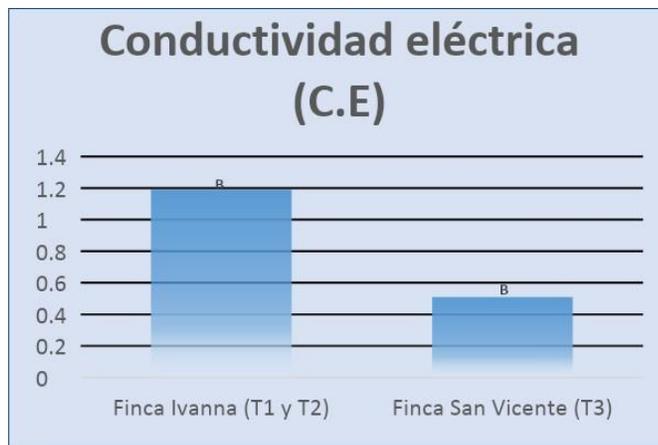
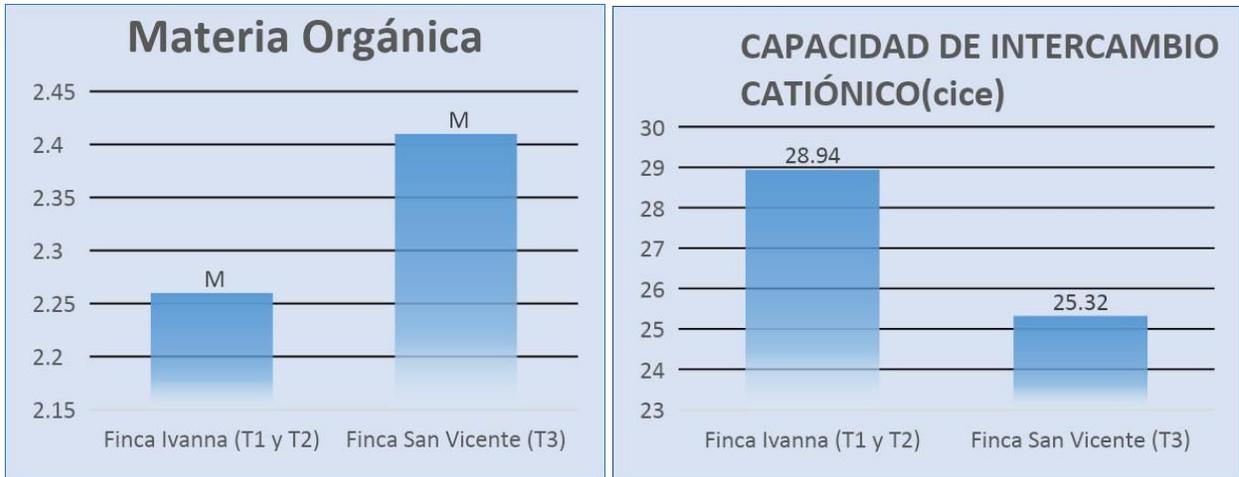


Gráfico 12. Parámetros evaluados de MO, C.E Y CICE.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

La aplicación de biocarbón como enmienda edáfica combinado con fertilizantes orgánicos (NPK) y composición de micro elementos (MN) beneficia al cultivo de banano con la fertilidad del suelo y en la producción; así logrando obtener fruta de calidad para la exportación.

El tratamiento en el presente estudio con más del 80 % en las variables evaluadas, fue el T1 (75 kg NPK + Microelementos (100 g Zn + 100 g B + 2kg Fossil Shell Agro) + 5 kg Biocarbón).

Los tratamientos que muestran similitud en los datos evaluados con el T1 (NPK+MN+Biocar6A) y el T2(NPK+MN6A), en grado de la última mano, longitud del dedo de la última mano, peso de la mano del sol, longitud de dedo de la mano del sol y semanas a la cosecha. El empleo de biocarbón genera cambios positivos al suelo, he incorporado materia orgánica, retención de humedad y capacidad de intercambio catiónico (CICE).

Entre el T1 y T2 aplicados presentaron diferencias significativas, indicando que sí es recomendable la aplicación de biocarbón y fertilizantes orgánicos con microelementos en el suelo Franco-Arcilloso como enmienda edáfica en el cultivo de banano y poder obtener un mejor producción y rendimiento.

Se evidencia mayor diversidad de colonias fúngicas en la Finca Ivanna donde la identificación de los microorganismos encontrados en los suelos orgánicos con la aplicación de biocarbón, se encontró más diversidad de hongos antagónicos tales como el género *Trichoderma*, *Beauveria* *Bassiana* que ayudan a controlar enfermedades y plagas, provocados por los fitopatógenos.

Por otro lado, en la Finca San Vicente fueron menor diversidad de colonias fúngicas que no se aplicó biocarbón, se encontró poca presencia de hongos antagónicos, de esta forma se verificó que el suelo se encuentra vulnerable a los ataques de hongos fitopatógenos, ocasionan pérdidas económicas en la producción de banano.

6. RECOMENDACIONES

- Colocar para las próximas investigaciones de los microorganismos, realizar la siembra de los mismos en diferentes tipos de medios de cultivos, para que así de esta manera nos ayuden a mejorar la caracterización y la identificación de los hongos.
- En la caracterización de los microorganismos esto requiere mucho tiempo para el proceso de identificación de cada hongo ya sea antagonicos o fitopatógenos.
- Que las fincas bananeras utilicen el biochar combinado con mezclas de fertilizantes orgánicos y así aumentar la productividad y el incremento de la fertilidad de los microorganismos en el suelo.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, O. (2015). *Comportamiento de Trichoderma sp. bajo diferentes condiciones de Laboratorio*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24264/1/Tesis-139%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20434.pdf>
- Alconada, M. (2017). *Interpretación de perfiles como parte de un paisaje a fin de definir manejo sustentables*. Obtenido de https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/35474/mod_resource/content/1/GUIA%20DE%20INTERPRETACION%20DE%20PERFILES.pdf
- Álvarez, L. (2019). *Tratamientos de suelos contaminados por metales mediante combinación de técnicas de fitorremediación con adición de biochar*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Obtenido de http://oa.upm.es/55865/1/MARISA_ALVAREZ_CALVO.pdf
- Aquino, K., & Franco, C. (2020). “*Biorremediación de suelo degradado por pesticida a partir de un sustrato (Biochar inoculado con microorganismos eficientes y lixiviados)*”. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/50336/1/BINGQ-IQ-20P01.pdf>
- Azuero, B. (2020). *Efecto del Biocarbón y Microorganismos en la producción y estado fitosanitario de Banano orgánico en la parroquia “La Victoria”*. Machala: Universidad Técnica de Machala "UTMACH". Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15530/1/TTUACA-2020-IA-DE00002.pdf>
- Azuero, H. (2020). *Comparación del desarrollo vegetativo de Musa sp. en un suelo con tratamientos de biocarbón + yeso Agrícola*. Facultad de Ciencias Agropecuarias . Machala: Universidad Técnica de Machala (UTMACH) . Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16133/1/TTUACA-2020-IA-DE00016.pdf>
- Barrera, W. A. (2014). *Propagación vegetativa de Banano (Musa x Paradisiaca) variedad Cavendish con la aplicación de Brasisteroide en diferentes concentraciones en el Cantón Buena Fe* . Quevedo- Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/490/1/T-UTEQ-0031.pdf>

- Bautista, F. (2011). *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales*. México: Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. Obtenido de https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/tmuestreo.pdf
- Bazán, R. (2017). *Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego*. Lima -Perú: Ministerio de Agricultura. Obtenido de https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/504/1/Bazan-Manual_de_procedimientos_de_los.pdf
- Benedicto M, a., Infante, D., & Peteira, B. (2015). Taxonomía polifásica y variabilidad en el género *Trichoderma*. *Revista de Protección Vegetal*, 30(11), 12. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v30s1/rpv004s15.pdf>
- Camacho, G., & Nieto, K. (2017). *Evaluación de la capacidad antifúngica del extracto de champa sobre Botrytis cinerea y Rhizopus stolonifer en mora (Rubus glaucus)*. Bogotá: Universidad de la Salle. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1163&context=ing_alimentos
- Cárdenas, L. (5 de Diciembre de 2017). Ficha Técnica. pág. 2. Obtenido de <http://www.biojal.com/assets/files/ft-lecanicillium.pdf>
- Carranza, N., & Rejano, C. (2020). *Mecanismo de inmovilización de metales pesados en suelos agrícolas mediante enmiendas orgánicas (Compost y Biochar) y Microorganismos Benéficos (MOBs)*. Lima: Facultad de Ingeniería. Obtenido de https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/3761/Noemi_Trabajo_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Castro, J. (2019). *Evaluación de la aplicación de la enmienda de diferentes granulometría en la fertilidad de un suelo y el crecimiento del cultivo de banano (Musa AAA) subgrupo Cavendish*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica. Obtenido de <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/15758/1/45076.pdf>
- Castro, L., Murillo, M., Uribe, L., & Mata, R. (2015). Inoculación al suelo con pseudomonas fluorescens, azospirillum oryzae, bacillus subtilis y microorganismos de montaña (mm) y su efecto sobre un sistema de rotación soya-tomate bajo condiciones de invernadero. *"Agronomía Costarricense"*, 39(1), 16. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242015000300021

- Cazorla, D., Acosta, M., & Morales, P. (2015). Evaluación de la patogenicidad inhalatoria del micoinsecticida *Beauveria bassiana* LF14 en ratones. *Revista de Investigaciones veterinarias de Perú*, 26(4), 12. doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v26i4.11213>
- Comisión, L., & Europea. (2009). Relaciones entre los procesos de degradación del suelo, las prácticas agronómicas no perjudiciales para el suelo y las medidas adoptadas en relación con ello. 9(1), 40. Obtenido de <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/projects/SOCO/FactSheets/ES%20Fact%20Sheet.pdf>
- Cosoveanu, A., & Trujillo, E. (2016). Endophytic Fungi Isolated from *Musa acuminata* 'Dwarf Cavendish' and their Activity against Phytopathogenic Fungi. *ResearchGate*, 16(1), 10. doi:DOI: <http://dx.doi.org/10.20936/JAB/160107>
- Cuenca, J., Quevedo, J., & Garcia, R. (2019). *Evaluación de la Mineralización de Biochar sobre parámetros químicos del Suelo en dos tiempos de incubación*. Machala: Universidad Técnica de Machala "UTMACH". Obtenido de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15160/1/DE00016_TRABAJODETITULACION.pdf
- D'Acunha, B. (2015). *Estudio de la dinámica de la degradación de hojarasca en bosque tropical amazónico utilizando marcadores químicos de descomposición*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6220/DACUNHA_BRENDA_DEGRADACION_HOJARASCA.pdf?sequence=1
- Deras, J. (2019). *Evaluación de cuatro programas de nutrición en la producción de banano en la finca Guadalupana, San Manuel cortés, Honduras*. Honduras. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6682/1/CPA-2019-T021.pdf>
- Díaz, L. (2017). *Aislamiento y caracterización de microorganismos biocatalizadores de cenizas volcánicas en suelos agrícolas de Tungurahua*. Quito: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9335/1/T-UCE-0004-14.pdf>
- Escalante, A., Pérez, G., & Hidalgo, C. (2016). Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo. *Terra Latinoamericana*, 34(3), 16. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792016000300367&script=sci_arttext
- Escobar, N., Mora, D., & Romero, N. (2012). Identificación de poblaciones microbianas en compost de residuos orgánicos de fincas cafeteras de cundinamarca. *Biodiversity*

- Heritage Library BHL*, 16(1), 75. Obtenido de <https://www.biodiversitylibrary.org/part/114656>
- Espinoza, J. (2017). *Efecto de la aplicación de Muriato de Potasio y Microorganismos eficientes (EM) en el cultivo de Banano (Musa AAA) en el periodo de floración a cosecha, en la zona de Quevedo*. Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/jspui/bitstream/43000/2460/1/T-UTEQ-0079.pdf>
- Flores, H., & Ruíz, J. (1998). Estimación de la humedad del suelo para maíz de temporal mediante un balance hídrico. *Terra Latinoamericana*, 16(3). Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/573/57316305.pdf>
- Galan, V., Rangel, A., Lopez, J., & Juan Perez. (2018). Propagación del banano: técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40(4), 22. doi:<https://doi.org/10.1590/0100-29452018574>
- Galecio, M., León, K., & Aguilar, R. (2020). Efecto de fuentes orgánicas y microorganismos eficientes en el rendimiento del cultivo de banano orgánico (Musa spp. L.). *Manglar*, 17(4), 6. Obtenido de <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/195/332>
- Gigales, M., & Pérez, O. (2021). Variabilidad de suelos y requerimiento hídrico del cultivo de banano en una localidad del Pacífico de México. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 9(3), 12. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/837/83720034003.pdf>
- Gijón, A., Trejo, Z., López, C., Ramírez, L., Arriola, V., & Pérez, I. (2015). Caracterización y efectividad de *Trichoderma* spp. sobre insectos descortezadores de Pino. *Entomología Mexicana*, 7. Obtenido de <http://entomologia.socmexent.org/revista/2015/CB/PAG%20%20293-299.pdf>
- Gómez, A. (2008). *Manual de manejo de las diferentes etapas de producción de Banano de exportación*. INSTITUTO TÉCNICO AGRÍCOLA. Obtenido de <http://www.gipag.org/archivos/banano.pdf>
- Gómez, M. (2018). *Actividad antifúngica de extractos de macroalgas marinas de la costa de Yucatán*. México: CICY "Centro de Investigación Científica de Yucatán,A.C.". Obtenido de https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1445/1/PCB_M_Tesis_2018_Mauricio_Gomez_Hernandez.pdf

- Gonzabay, R. (2017). *Cultivo de Banano en el Ecuador*. Obtenido de <http://www.revistaafese.org/ojsAfese/index.php/afese/article/view/317/314>.
- Gonzalez, C. (2017). *Efecto de la sustitución del Cloruro de Potasio por e nitrato de Potasio en un programa de Fertilización Bananero*. Machala: UTMACH. Obtenido de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/10636/2/DE00010_TRABAJODETITULACION.pdf
- González, G., & García, J. Q. (2018). Alternativas orgánicas para el control de Monilia (Moniliophthora roreri, Cif. Y Par) en el cultivo de cacao. . *Científica Agroecosistemas*, 6(2).
- González-Villaseñor, C., Alvarado-Chávez, R., & Zepeda-Jazo, I. (2015). Distribución natural del hongo Beauveria Bassuiana Bals Vuil. en suelos agrícolas y no cultivados de la ciénega en Michoacán. *Entomología Mexicana*, 2(253), 15. Obtenido de <http://www.entomologia.socmexent.org/revista/2015/CB/PAG%20%20253-259.pdf>
- Goya, E. (2013). *Microorganismos Eficientes (EM), en la elaboración de compost a partir del raquis y pseudotallo de banano (Musa Spp.)*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2763/1/T-UTEQ-0343.pdf>
- Guevara, E., Mestanza, C., Oliva, M., & Vera, N. (2015). Población de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café (Coffea arabica L.) en relación a la textura del suelo, Cuispes, Bongará - Amazonas. *Revista Indes*, 27(10), 7. Obtenido de <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDES/article/viewFile/46/163>
- Hernandez, G., & Morales, R. (2017). *Aislamiento e identificación de hongos causantes de Antracnosis en Musa paradisiaca L. (PLÁTANO) y hongos Antagonista*. Centro de América: Universidad del Salvador. Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/14078/1/16103710.pdf>
- Hernández, L., Rivas, T., Romero, M., Chiquito, C., Ruiz, F., & Chiquito, R. (2018). Potencial antagónico de bacterias y levaduras marinas para el control de hongos fitopatógenos. *Revista Mexicana de ciencias agrícolas*, 9(1), 11. doi:<https://doi.org/10.29312/remexca.v0i20.1000>
- Hernández-López, M., & Bautista, S. (2019). Efecto de los diferentes medios de cultivos en la producción de biomasa y ergosterol en Rhizopus stolonifer. *Revista Mexicana de*

- Fitopatología*, 37(1), 90. Obtenido de https://www.smf.org.mx/rmf/Vol3712019E/Vol3712019_Especial_2019.pdf
- Higa, T., & Parr, J. (2019). Microorganismos Benéficos y Efectivos para una Agricultura y Medio Ambiente Sostenible. *FUNDASES*, 13(1), 14. Obtenido de <https://itscv.edu.ec/wp-content/uploads/2018/10/MICROORGANISMOS-DEL-SUELO-PARA-LA-AGRICULTURA.pdf>
- Hoyos, P., Luna-Cruz, A., & Molina, E. (27 de 09 de 2019). Antagonismo de *Trichoderma* spp. vs hongos asociados a la marchitez de chile. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas "Scielo"*, 10(6), 14. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v10n6/2007-0934-remexca-10-06-1259.pdf>
- Igleaias-Osores, S., & Rodríguez, H. (2020). Características Microbiológicas de *Mucor* sp. *ResearchGate*, 6(1), 109. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/340408297_Caracteristicas_Microbiologicas_d_e_Mucor_sp
- Inderbitzin, P., & Subbarao, K. (2014). *Verticillium* Systematics and Evolution: How Confusion Impedes *Verticillium* Wilt Management and How to Resolve It. *Review Phytopathology*, 104(6), 11. Obtenido de <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHYTO-11-13-0315-IA>
- Irish, Ríos, & Chavarria-Carvajal. (2013). Evaluation of banana hybrids for tolerance to black leaf streak (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) in Puerto Rico. *Science*, 54(1), 238. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.09.003>
- Julca, A., Meneses, L., & Sevillano, R. (2006). La Materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la Agricultura. *Idesia*, 24(1), 13. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292006000100009>
- Kamal, S., Ali, A., & Alam, F. (Febrero de 2015). Cost and return analysis of banana cultivation under institutional loan in Bogra, Bangladesh. *International Journal of Natural and Social Sciences*, 27(19), 2. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Md-Arshad-Ali/publication/274380252_Cost_and_return_analysis_of_banana_cultivation_under_institutional_loan_in_Bogra_Bangladesh/links/5ce50d44458515712eba7b49/Cost-and-return-analysis-of-banana-cultivation-under-instit

- Kelpie, W. (2014). *How biochar works in soil*. Canadá. Obtenido de <https://static1.squarespace.com/static/5cc7c4e77980b348329bc877/t/5cc92a7c652dea95e261cbe6/1556687498455/How+biochar+works+in+soil+Biochar+Journal.pdf>
- Labrador, J. (2012). Avances en el Conocimiento de la Dinámica de la Materia Orgánica dentro de un contexto Agroecológico. *Agroecología*, 7(1), 108. Obtenido de <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/171051/146251>
- Lehmann, J., & Joseph, S. (2009). Biochar for Environment Management Science and Technology. *ResearchGate*, 25(1). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/204978574_Biochar_for_Environment_Management_Science_and_Technology
- López, J., & Velarde, K. (2016). *Aislamiento, Caracterización y usos potenciales de Microorganismos de tierra de montaña y subtrópicos durante el periodo 2016*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6276/1/236T0245.pdf>
- López, S. (2015). *Análisis genómico- funcional de la regulación de la expresión génica por la luz en el hongo Mucor circinelloides*. Universidad de Murcia. Obtenido de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/371151/TSLG.pdf?sequence=1>
- Luna, M., & Mesa, J. (2016). Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Revista Científica de Agroecosistemas*, 8(3), 12. Obtenido de <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/>
- Marinez, A., & Cayón, D. (2011). Dinámica del Crecimiento y Desarrollo del Banano (Musa AAA Simmonds cvs. Gran Enano y Valery). *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 64(2), 11. doi:: <https://www.researchgate.net/publication/260266390>
- Martínez, B., Infante, D., & Reyes, Y. (2013). Trichoderma spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. *Revista de Protección Vegetal*, 28(1), 11. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v28n1/rpv01113.pdf>
- Martínez, M., Toro, M. d., Sánchez, A., & Rodríguez, F. (2017). Efecto de Lecanicilium lecanii (Zimm.) Zare & W. Gams cepa VL-01 sobre Myzus persicae nicotianae Blackman (Hemiptera: Ahididae) en condiciones de laboratorio. *Protección Vegetal*, 32(3), 5. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v32n3/rpv07317.pdf>

- Medina, C. (2020). *Potasio vía foliar efectos en el llenado y producción en el cultivo de banano (Musa x paradisiaca L)*. Machala: Universidad Técnica de Machala (UTMACH). Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16140/1/TTUACA-2020-IA-DE00023.pdf>
- Mesa, V., Marín, P., Ocampo, O., Calle, J., & Monsalve, Z. (2019). Fungicidas a partir de extractos vegetales: una alternativa en el manejo integrado de hongos fitopatógenos. *Agrobiotecnología*, 45(1), 8. Obtenido de https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/5029/RIA_2019_VOLUMEN45_N%C2%B01_p.23-30.pdf?isAllowed=y&sequence=1
- Montesdeoca, M. (2016). *Diagnóstico de la fertilidad del suelo en áreas cultivadas de la espam-mfl*. Calceta: ESPAMMFL. Obtenido de <http://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/272/1/TA55.pdf>
- Moreno, A., García, M., & Quiroga, H. (Septiembre de 2018). Influencia del biocarbón aplicado al suelo sobre atributos de rendimiento y calidad de avena forrajera. *Scielo "Terra Latinoamericana"*, 36(3), 8. doi:<https://doi.org/10.28940/terra.v36i3.375>
- Moro, A. (26 de Noviembre de 2015). *Relaciones catiónicas y su interpretación en los análisis de suelos*. Obtenido de Análisis agrícola : <http://aqmlaboratorios.com/relaciones-cationicas-analisis-de-suelos/>
- Morocho, M., & Leiva-Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Scielo "Centro Agrícola"*, 46(2), 11. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093
- Moya, J. (2012). Como hacer Microorganismos Eficientes. *MAG "Sector Agro Alimentario"*, 1. Obtenido de <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/drocc-hoja-04-2012.pdf>
- Novillo, D. (2020). *Evaluación de la producción de ácido fumárico mediante fermentación sumergida de bagazo de caña (Saccharum officinarum L.) utilizado Rhizopus sp. como Biocatalizador*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana SEDE. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18691/4/UPS-CT008745.pdf>
- P.Cely, Ferreiro, J., & Ménendez, A. (2014). Factors driving the carbon mineralization priming effect in a sandy loam soil amended with different types of biochar. *CEIGRAM*, 21(1), 10. Obtenido de <https://se.copernicus.org/articles/5/585/2014/se-5-585-2014.pdf>

- Padilla, V. (2017). *Evaluación de dos productos y tres dosis de Verticillium Lecanii (Verticillium lecanii) para el control de mosca blanca (Bemisia tabaci) en tomate hortícola (Lycopersicon esculentum)*. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26409/1/Tesis-178%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20527.pdf>
- Pereira, C. (2015). *Semana de la Ciencia y Tecnología*. INIA. Obtenido de <http://inia.uy/Documentos/P%C3%ABlicos/INIA%20Tacuaremb%C3%B3/2015/EI%20Suelo%2020%20de%20mayo.pdf>
- Pérez, R., & Reyes, O. (2016). Características fisonómicas y funcionales de la pluvisilva submontana sobre Suelos de mal drenaje de Monte Iberia, Cuba. *Foresta Veracruzana*, 18(2), 9. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/497/49748829002.pdf>
- Quevedo, J., Delgado, A., Tuz, I., & García, R. (2019). Evaluación de la aplicación de fertilizantes al pseudotallo de plantas cosechadas de banano (*Musa x paradisiaca* L.) y su efecto en la velocidad de crecimiento del hijo retorno. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(2), 8. Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>
- Quiñonez, M. (2020). *Evaluación de mezcla física: Fertilizante químico con enmiendas edáficas en el cultivo de Banano (Musa x Paradisiaca)*. Machala: UTMACH "Universidad Técnica de Machala". Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16143/1/TTUACA-2020-IA-DE00026.pdf>
- Ramos, J. (2016). *Microorganismos del Suelo*. México: Instituto de Biología. Obtenido de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/429/organismos.pdf>
- Rivas, T. (2018). *Mecanismos de acción de microorganismos marinos y el inductor de resistencia ulvan para el control de Fusarium proliferatum en frutos de Cucumis melo L.* California Sur: CiB "Centros de Investigaciones Biológicas del Noreste, S.C". Obtenido de https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/1464/1/rivas_t%20TESIS.pdf
- Rojas, M., Sánchez, D., Rosales, K., & Lugo, D. (2017). Antagonismo de Bacillus frente a hongos fitopatógenos de cultivos hortícolas. *Revista de Protección Vegetal*, 32(2), 9. Obtenido de

http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1010-27522017000200005&script=sci_arttext&tlng=pt

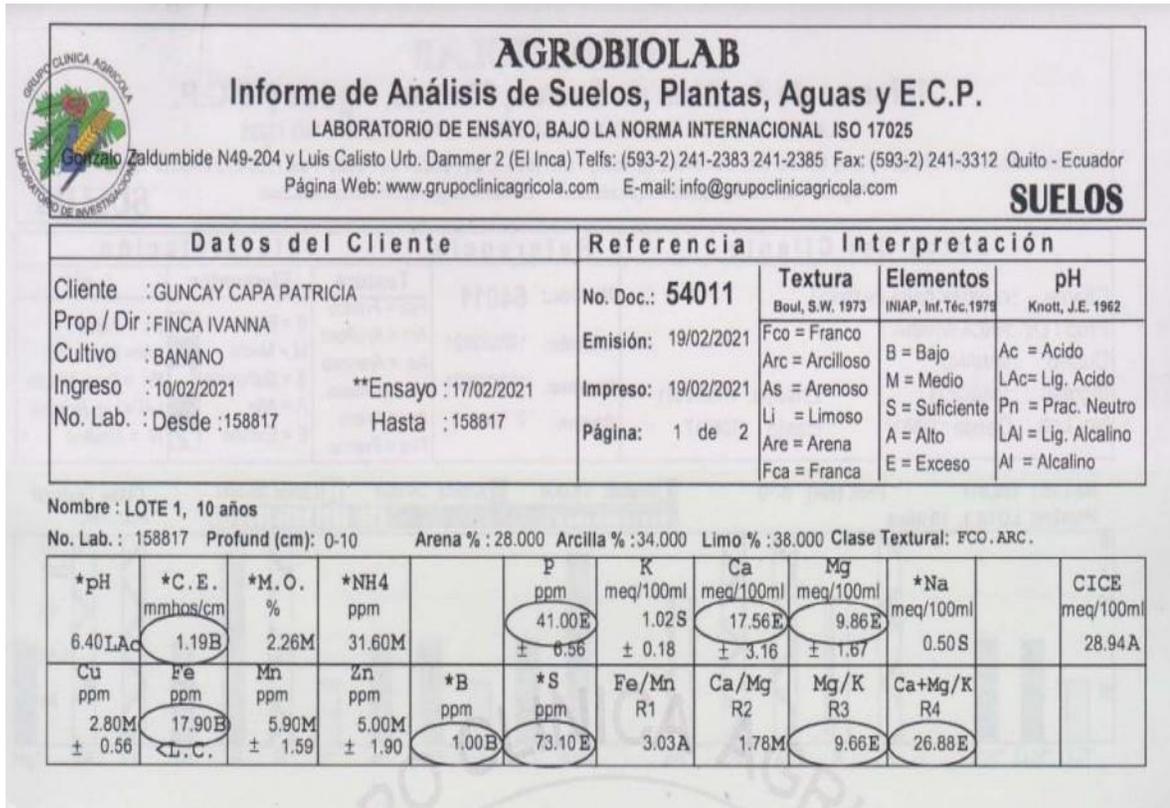
- Roldan, E. (2016). *Evaluación del efecto hiperparásito de tres concentraciones de Lecanicillium lecanioo sobre la roya del café (Hemileia vastatrix)*. doi:10.13140/RG.2.2.32583.50082
- Rosas, J. (2015). *Producción de Biochar a partir de viñas agotadas mediante pirólisis en reactor a escala piloto y en reactor a escala piloto y en reactor móvil energéticamente sostenible*. MACHALA: Universidad de León. Obtenido de <https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/4246/TESIS%20DE%20JOS%C3%89%20GUILLERMO%20ROSAS%20MAYORAL.pdf?sequence=4>
- Rustagi, A., & Shekhar, S. (2014). High Efficiency Transformation of Banana [Musa acuminata L. cv. Matti (AA)] for Enhanced Tolerance to Salt and Drought Stress Through Overexpression of a Peanut Salinity-Induced Pathogenesis-Related Class 10 Protein. *Springer Science+Business Media New York*, 38(1), 9. doi:10.1007/s12033-014-9798-1
- Sanmartin, W. (2017). *Cuantificación de Carbono en cacao tipo Nacional en el Progreso, Provincia de el Oro-Ecuador*. Machala: Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias. Obtenido de http://186.3.32.121/bitstream/48000/11706/1/DE00026_TRABAJODETITULACION.pdf
- Santoyo, G., Santos, S., & Valencia, E. (2019). Mecanismos de Biocontrol de Fitopatógenos Fúngicos por bacterias promotoras del crecimiento vegetal. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 37(1), 191. Obtenido de <https://www.smf.org.mx/rmf/suplemento/docs/Volumen372019/S372019.pdf>
- Sarabia, J. (2019). *Análisis del Proceso de Pos-cosecha de banano y su efecto en el rendimiento económico en la hacienda admiración de Reybanpac, parroquia la Esperanza del cantón Quevedo*". Quevedo-Los Ríos: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3618/1/T-UTEQ-0051.pdf>
- Soriano, M. (2018). *pH del Suelo*. Universitat Politècnica de València. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/102382/Soriano%20-%20pHdel%20suelo.pdf?sequence=1>
- Tacuri, C. (2020). *Evaluación de fertilización aplicada al pseudotallo de banano (Musa x Paradisiaca L) Cavendish gigante con fuentes de Potasio*. Machala: Universidad Técnica

- de Machala. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16149/1/TTUACA-2020-IA-DE00032.pdf>
- Tenesaca, S. (2019). *Determinación de la Dosis Óptima de Biocarbón como enmienda edáfica en el cultivo de Banano(MUSA X PARADISIACA) Clon Williams*. Machala: Universidad Técnica de Machala (UTMACH). Obtenido de http://186.3.32.121/bitstream/48000/15165/1/DE00021_TRABAJODETITULACION.pdf
- Tenesaca, S., Quevedo, J., & García, R. (2019). Determinación de las dosis óptimas de biocarbón como enmienda edáfica en el cultivo de banano (Musa x paradisiaca L). Clon Williams. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 8. doi:<https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.
- Terán, A., Duarte, N., Cuesta, F., & Pinto, E. (2018). *Practicando la restauración ecológica: El monitoreo y mantenimiento de áreas*. Guía para la restauración de bosques montanos tropicales. Obtenido de <https://condesan.org/wp-content/uploads/2019/07/Modulo-4-DIGITAL.pdf>
- Tintin, V. (2018). *APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS (MOBS) PARA LA DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DEL HATO GANADERO DE LA GRANJA EXPERIMENTAL PAUTE- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16422/1/UPS-CT007987.pdf>
- Tipás, J., & Chávez, M. (2020). *Evaluación del efecto acaricida de Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae en el control de garrapata Rhipicephalus microplus*. ESPE. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/23153/T-ESPE-044092.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Torres, S. (2012). *Guía Práctica para el manejo de banano orgánico en el valle de Chira*. Piura-Perú: Calameo. Obtenido de <https://es.calameo.com/read/006266335527755b46f7c>
- Tuz, I. (2018). *Manejo Integrado del cultivo de Banano (Musa x Paradisiaca L.) Clon Williams, usando biocarbón y Microorganismos eficientes. Y MICROORGANISMOS EFICIENTES*. Machala: Universidad Técnica de Machala (UTMACH). Obtenido de

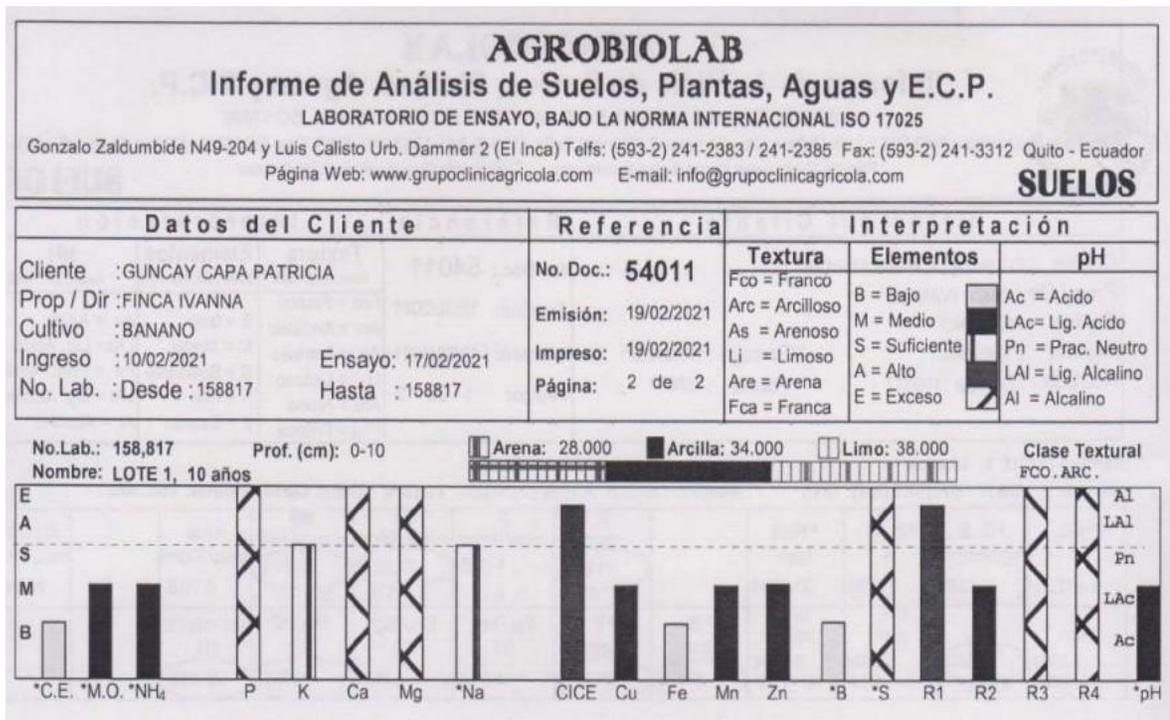
http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13263/1/DE00030_TRABAJODETITULACION.pdf

- Valencia, L. (2018). *Evaluación de técnicas de cirugía en el cultivo de banano (Musa spp.), para mejorar la calidad del racimo en la Hacienda Isabel II*". Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/5034/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000117.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vallejos, J., Espinal, C., & Mollinedo, P. (2014). Evaluación de actividad insecticida y quitinolítica de *Trichoderma inhamatum* y *Beauveria Bassiana* en la mosca de la fruta *Drosophila Melanogaster*. *Boliviana de Química*, 31(1), 5. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602014000100002
- Vinchira, D., & Moreno, N. (2019). Control Biológico: Camino a la agricultura moderna. *"Revista de Biotecnología"*, 21(1), 4. doi:DOI: 10.15446/rev.colomb.biote.v21n1.80860
- Zavala, M., Fuentes, C., & Saucedo, H. (2004). Radiación fractal en la ecuación de Boussinesq del drenaje agrícola. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 19(3), 9. Obtenido de <http://revistatyca.org.mx/index.php/tyca/article/view/992>
- Zeballos, M. (2017). *Caracterización de microorganismos de montaña (MM) en biofertilizantes artesanales*. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6199/1/IAD-2017-049.pdf>

8. ANEXOS



Anexos 1. Informe final de Análisis de Suelo de la Finca "Ivanña".



Anexos 2. Informe final de Análisis de Suelo de la Finca "Ivanna".

AGROBIOLAB Cia. Ltda - GRUPO CLÍNICA AGRICOLA
 Gonzalo Zaldumbide N49-204 y Luis Calisto Urb. Dammer 2 (El Inca) Telef: (593) 2- 2402-778 e-mail info@grupoclinicagricola.com.
www.grupoclinicagricola.com

CLIENTE: Guncay Capa Patricia **DOCUMENTO #** 54011
HACIENDA: Ivanna **Fecha:** 19/2/2021
Muestra No Lote 1, 10 años
Número de Plantas/ha 1400

PLAN DE FERTILIZACION BALANCEADA EN EL CULTIVO DE BANANO COI COVENCIONAL

Mes del año: 2				
Fuente	Urea	DAP (18-46-0)	Muriato de K	Microelementos Form. Comp.
Sacos/ha/mes	1,04	0,17	4,00	0,03
g de la fuente/planta	37	6	143	1,0
Desinfección suelo	Benéficos MOB's	Prevención Fusarium		10 ml/litro de agua
Fortalecedor de raíces	Promotor de hijuelos	2 l/ha		Aplicación en suelo húmedo
Energizador foliar	Protectante foliar	1 l/ha		Aplicar con fijador

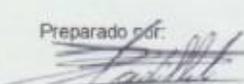
Mes del año: 3				
Fuente	Urea	DAP (18-46-0)	Muriato de K	Microelementos Form. Comp.
Sacos/ha/mes	1,04	0,17	4,00	0,03
g de la fuente/planta	37	6	143	1,0
Energizador foliar	y protectante	1 l/ha		Aplicar con fijador

Mes del año: 4				
Fuente	Urea	DAP (18-46-0)	Muriato de K	Microelementos Form. Comp.
Sacos/ha/mes	1,04	0,17	4,00	0,03
g de la fuente/planta	37	6	143	1,0
Control se nemátodos	Biológico	3 l/ha		Sobre suelo húmedo

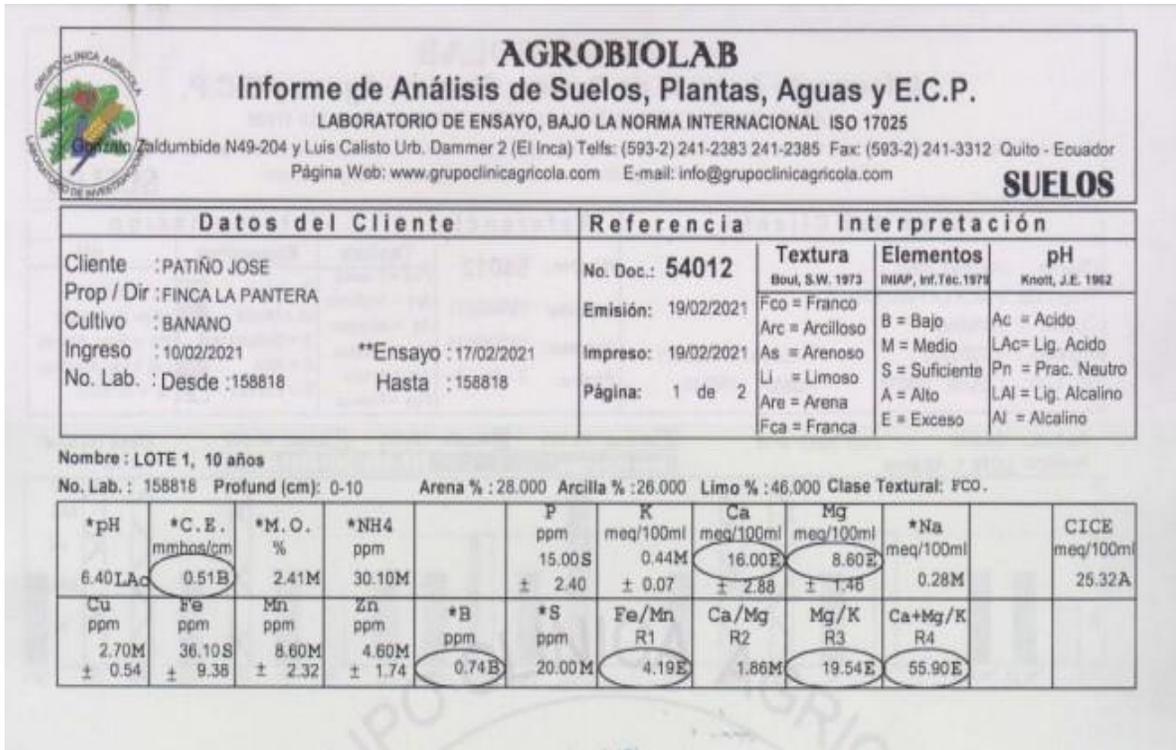
Mes del año: 5				
Fuente	Urea	DAP (18-46-0)	Muriato de K	Microelementos Form. Comp.
Sacos/ha/mes	1,04	0,17	4,00	0,03
g de la fuente/planta	37	6	143	1,0
Desinfección suelo	Benéficos MOB's	Prevención Fusarium		10 ml/litro de agua

Mes del año: 6				
Fuente	Urea	DAP (18-46-0)	Muriato de K	Microelementos Form. Comp.
Sacos/ha/mes	1,04	0,17	4,00	0,03
g de la fuente/planta	37	6	143	1,0
Fortalecedor de raíces	y promotor de hijuelos	2 l/ha		Sobre suelo húmedo

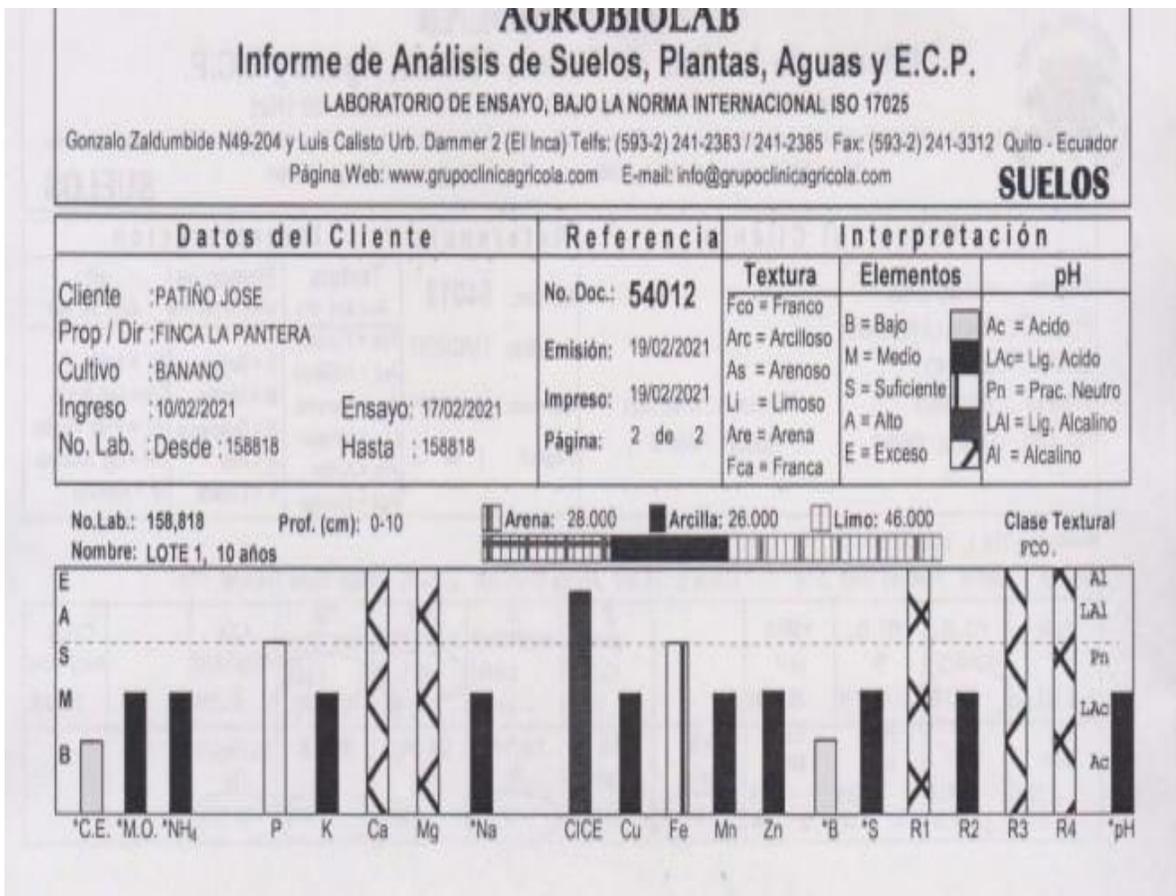
Nota: No aplicar ninguna fuente que contenga calcio ni magnesio, hasta alcanzar el balance con el potasio.
 La cantidad de potasio sugerida, aparece alta, debido a que se requiere alcanzar un buen balance con el Ca y el Mg, en el CICE.

Preparado por:

 Dr. Washington Padilla G
 Director General GCA

Anexos 3. Plan de fertilización balanceada en el cultivo de banano en el análisis de suelo finca "Ivanna".



Anexos 4. Informe final de Análisis de Suelo de la Finca “La Pantera”, (Finca San Vicente).



Anexos 5. Informe final de Análisis de Suelo de la Finca “La Pantera”, (Finca San Vicente).

AGROBIOLAB Cia. Ltda - GRUPO CLÍNICA AGRICOLA

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y Luis Calisto Urb. Dammer 2 (El Inca) Telef: (593) 2- 2402-778 e-mail info@grupoclinicagricola.com.
www.grupoclinicagricola.com

CLIENTE: Patiño José DOCUMENTO # 54012
 HACIENDA: La Pantera Fecha: 19/2/2021
 Muestra No Lote 1, 10 años
 Número de Plantas/ha 1400

PLAN DE FERTILIZACION BALANCEADA EN EL CULTIVO DE BANANO COI COVENCIONAL

Mes del año: 2				
Fuente	Urea	DAP (18-46-0)	Muriato de K	Microelementos Form. Comp.
Sacos/ha/mes	1,05	0,17	4,33	0,03
g de la fuente/planta	38	6	155	1,0
Desinfección suelo	Benéficos MOB's	Prevención Fusarium		10 ml/litro de agua
Fortalecedor de raíces	Promotor de hijuelos		2 l/ha	Aplicación en suelo húmedo
Energizador foliar	Protectante foliar		1 l/ha	Aplicar con fijador

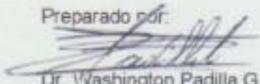
Mes del año: 3				
Fuente	Urea	DAP (18-46-0)	Muriato de K	Microelementos Form. Comp.
Sacos/ha/mes	1,05	0,17	4,33	0,03
g de la fuente/planta	38	6	155	1,0
Energizador foliar	y protectante		1 l/ha	Aplicar con fijador

Mes del año: 4				
Fuente	Urea	DAP (18-46-0)	Muriato de K	Microelementos Form. Comp.
Sacos/ha/mes	1,05	0,17	4,33	0,03
g de la fuente/planta	38	6	155	1,0
Control se namátodos	Biológico		3 l/ha	Sobre suelo húmedo

Mes del año: 5				
Fuente	Urea	DAP (18-46-0)	Muriato de K	Microelementos Form. Comp.
Sacos/ha/mes	1,05	0,17	4,33	0,03
g de la fuente/planta	38	6	155	1,0
Desinfección suelo	Benéficos MOB's	Prevención Fusarium		10 ml/litro de agua

Mes del año: 6				
Fuente	Urea	DAP (18-46-0)	Muriato de K	Microelementos Form. Comp.
Sacos/ha/mes	1,05	0,17	4,33	0,03
g de la fuente/planta	38	6	155	1,0
Fortalecedor de raíces	y promotor de hijuelos		2 l/ha	Sobre suelo húmedo

Nota: No aplicar ninguna fuente que contenga calcio ni magnesio, hasta alcanzar el balance con el potasio.
 La cantidad de potasio sugerida, aparece alta, debido a que se requiere alcanzar un buen balance con el Ca y el Mg, en el CICE.

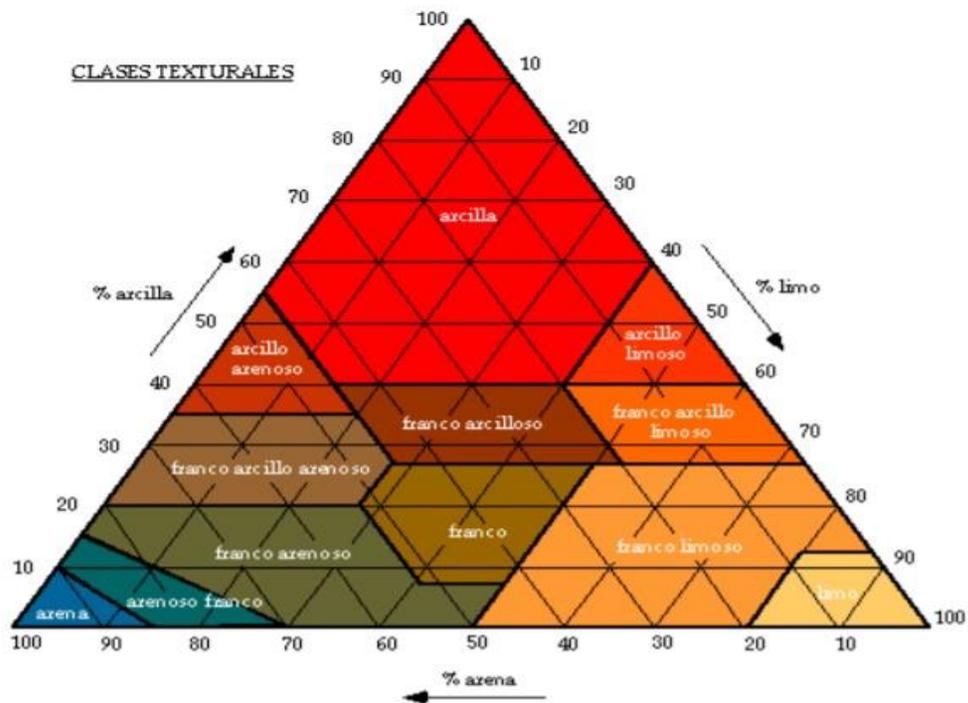
Preparado por:

 Dr. Washington Padilla G
 Director General GCA

Anexos 6. Plan de fertilización balanceada en el cultivo de banano en el análisis de suelo finca “San Vicente”

Valor del pH	Calificativo
pH < 5	Fuertemente ácido
5 ≤ pH < 6	Francamente ácido
6 ≤ pH < 6,6	Ligeramente ácido
6,6 ≤ pH ≤ 7,3	Neutro
7,3 < pH ≤ 7,7	Ligeramente básico
7,7 < pH	Básico

Anexos 7. Interpretación del pH según los criterios USDA

Fuente: (Soriano, 2018).



Anexos 8. Triángulo textural USDA

Fuente: (Bazán, 2017)

materia orgánica %	
< 0,6	extremadamente pobre
0,6 – 1,2	pobre
1,2 – 1,8	medianamente pobre
1,8– 2,4	medio
2,4 – 3,0	medianamente rico
3,0 – 4,2	rico
>4,2	extremadamente rico

Anexos 9. Interpretación de los contenidos de materia orgánica.

Fuente: (Alconada, 2017).

CIC total meq/100g	Nivel	valoración
0-10	Muy bajo	Suelo muy pobre
10-20	Bajo	Suelo pobre
20-35	Medio	Suelo medio
35-45	Medio-alto	Suelo rico
Mayor de 45	Alto	Suelo muy rico

Anexos 10. Capacidad de intercambio catiónico

Fuente: (Moro, 2015).

Categoría	Valor (mmhos/cm o ds/m)
No salino	0-2.0
Poco salino	2.1-4.0
Moderadamente salino	4.1-8.0
Muy salino	8.1-16.0
Extremadamente salino	>16.0

Anexos 11. Escala para la clasificación de la conductividad eléctrica.

Fuente: (Montesdeoca, 2016).



Anexos 12. Método del cuadrante de forma al azar.



Anexos 13. Recolección de los microorganismos en el campo para inocular en el laboratorio.



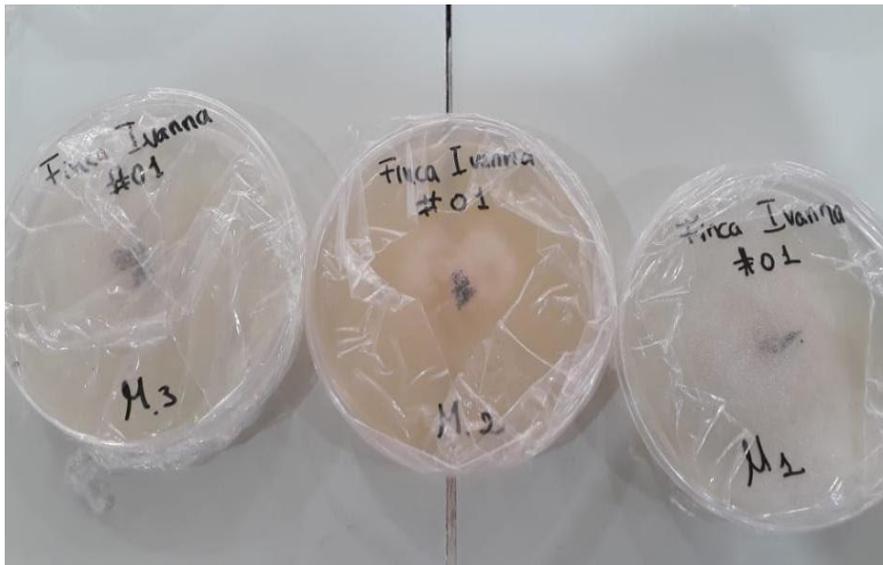
Anexos 14. Muestra para la realización de la siembra directa.



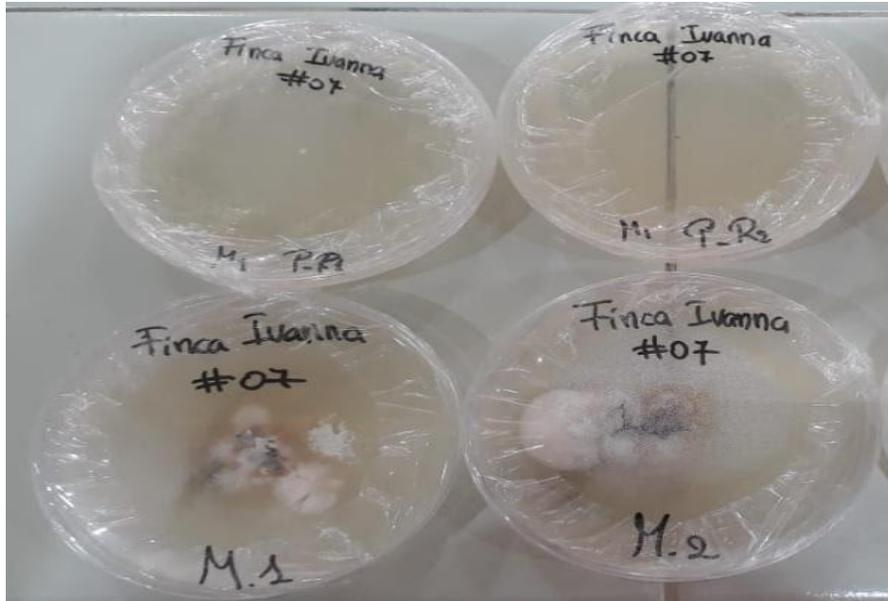
Anexos 15. Solución de medio de cultivo "PDA"



Anexos 16. Preparación de Medio de cultivo “AGAR”



Anexos 17. Método de la siembra directa de los microorganismos.



Anexos 18. Método de la siembra de purificación de los microorganismos.



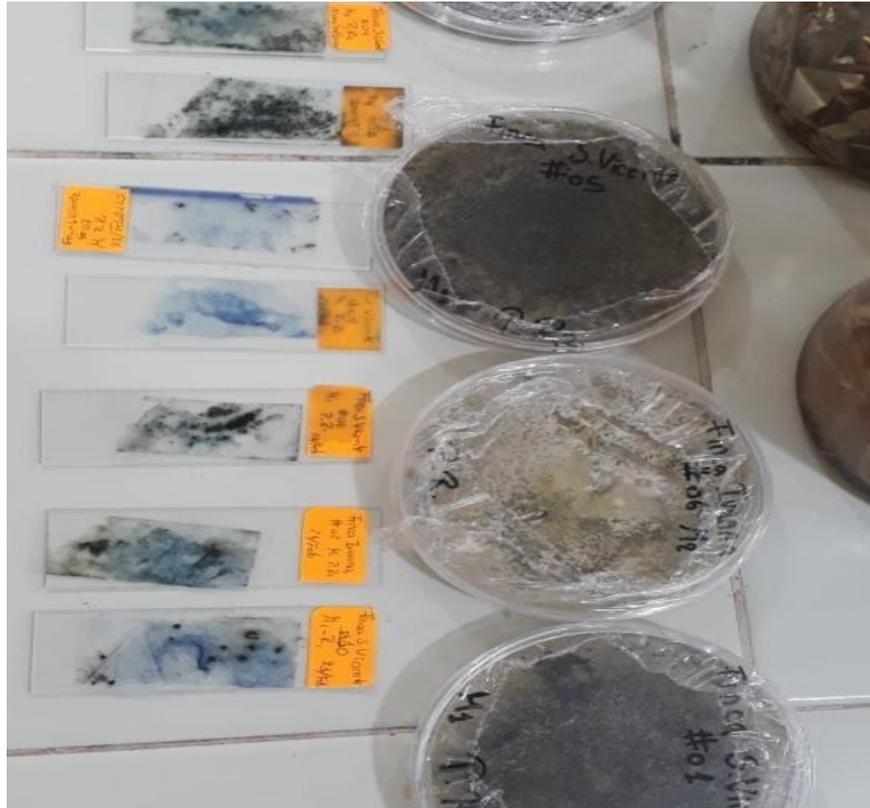
Anexos 19. Variable del peso del Racimo (PRAC).



Anexos 20. Variable del peso del raquis (PRQ).



Anexos 21. Variable del peso de la mano del sol (PMS)



Anexos 22. Muestras para la observación en microscopio de microorganismos.