



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DEL MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVAR GRAND
NAIN, RENDIMIENTO Y FITOSANIDAD.

MANRIQUE TORO PACO ANIVAL
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

EVALUACIÓN DEL MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVAR
GRAND NAIN, RENDIMIENTO Y FITOSANIDAD.

MANRIQUE TORO PACO ANIVAL
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TRABAJO TITULACIÓN
TRABAJO EXPERIMENTAL

EVALUACIÓN DEL MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVAR GRAND NAIN,
RENDIMIENTO Y FITOSANIDAD.

MANRIQUE TORO PACO ANIVAL
INGENIERO AGRÓNOMO

QUEVEDO GUERRERO JOSE NICASIO

MACHALA, 22 DE SEPTIEMBRE DE 2022

MACHALA
2022

Tesis Paco Manrique

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.utmachala.edu.ec

Fuente de Internet

3%

2

Submitted to Universidad Técnica de Machala

Trabajo del estudiante

2%

3

www.muciza.com.mx

Fuente de Internet

2%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía

Activo

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

El que suscribe, MANRIQUE TORO PACO ANIVAL, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado EVALUACIÓN DEL MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVAR GRAND NAIN, RENDIMIENTO Y FITOSANIDAD., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

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

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

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

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

Machala, 22 de septiembre de 2022



MANRIQUE TORO PACO ANIVAL
1600476012

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se lo dedico principalmente a Dios que ha sido luz de fe y esperanza, a mi querida madre Jenny Maribel Toro Galarza por su esfuerzo y sacrificio, al acompañarme a tomar mis datos en campo, por creer en mí, por sus consejos, enseñanzas, apoyarme en cada momento, darme ánimos siempre que lo he necesitado y brindarme todo lo que ha tenido y más. Igualmente, se lo dedico a mi buen padre Paco Anibal Manrique Cáceres por brindarme su apoyo moral, trabajo y económico, necesarios para mi desarrollo como persona y profesional. A mi hermana Roxana Manrique quien me ha aconsejado en varias ocasiones y me ha predicado con su ejemplo.

A mi novia Mayté Lizbeth Buele Rebolledo por acompañarme en este transcurso de superación, brindarme su amor, confianza, cariño y motivación para planificar un futuro con vísperas prometedoras.

Al director de tesis el Ing. José Quevedo Guerrero por su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración el cual permitió el desarrollo del presente proyecto y a todos los que conforman tan prestigiosa universidad que me abrió las puertas para poderme capacitar y poder llegar a ser un gran profesional.

Finalmente, dedico mi trabajo a mis seres queridos que se encuentran en mi corazón, directa o indirectamente me han ayudado y se han preocupado por mí.

Manrique Toro Paco Anival

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios, quien es luz de fe y esperanza esencial para continuar con mis sueños y aspiraciones de ser una buena persona y un gran profesional.

A mi hermosa madre Jenny Maribel Toro Galarza, por brindarme todo su apoyo, confiado en mí, acompañado, aconsejado, quererme.

A mi buen padre Paco Anibal Manrique Cáceres, quien me acompañó también en el proceso, por ayudarme con las labores de campo, tener paciencia, sus consejos.

A mi hermana Roxana Manrique por compartir conmigo buenos consejos y predicar con el ejemplo.

Al Ing. Agr. José Nicasio Quevedo Guerrero en calidad de director de tesis, quien colaboró y me apoyó incondicionalmente para lograr la realización de esta investigación.

A las autoridades de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, y al personal docente por transmitirme nuevos conocimientos, por responder aquellas inquietudes que fueron surgiendo durante todo el transcurso de mi preparación profesional.

Manrique Toro Paco Anival

“EVALUACIÓN DEL MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVAR GRAND NAIN, RENDIMIENTO Y FITOSANIDAD”

Manrique Toro, Paco
Quevedo Guerrero, José

RESUMEN

En el sector productor agrícola ecuatoriano, la actividad agrícola de mayor importancia económica es el cultivo de banano, representando el 3,84% del PIB total, el 50% agrícola, y el 20% de las exportaciones del país. El banano crece en las provincias de Manabí, Los Ríos, Guayas, El Oro y Esmeraldas. Dentro de la provincia de El Oro, los principales cantones donde se cultiva banano son: Machala, Pasaje, Santa Rosa, Arenillas y El Guabo. El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca registró que, de las 162.039 hectáreas de fincas existentes, el 12% representa a banano orgánico y el 88% es convencional. En 2015, cerca del 50% de las exportaciones de banano ecuatoriano se envió a Rusia, Estados Unidos y Alemania, alrededor del 20,22%, 15,39% y 11,97% respectivamente. Entre otros lugares con baja participación, Turquía tiene alrededor del 7,67%, China el 4,62%, Bélgica el 4,50% y Argentina el 4,13%. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la fertilización edáfica, más la aplicación en drench de microorganismos eficientes en el manejo integrado del cultivo de banano.

El presente ensayo de investigación se realizó en las parcelas de banano, ubicada en la Granja experimental Santa Inés, perteneciente a la Universidad Técnica de Machala, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias. En el área experimental se empleó un diseño de bloques al azar con 4 tratamientos y 15 repeticiones: T1 = Urea 30 g + FossilShell 5 g + SULPOMAG 30 g + 1 litro de ME (microorganismos eficientes) (1000 cc); T2= Urea 30 g + FossilShell 5 g + Agacomplex 100g + SULPOMAG 30 g; T3 = Nitrato de Potasio 30 g + FossilShell 5 g + Agacomplex 100g + SULPOMAG 30 g; T4 = Nitrato de amonio 30 g + FossilShell 5 g + Agacomplex 100g + SULPOMAG 30 g + 1 litro de ME (1000 cc). Las variables estudiadas fueron: (EF) Emisión Foliar; (ALT) Altura de planta; (LHOJA) Largo de Hoja; (AHOJA) Ancho de Hoja; (PR) Peso del Racimo; (PRQ) Peso del Raquis; (AHIJO) Altura del Hijo; (MDS) Medición o calibre de la mano del sol; (ULM) Medición o calibre de la Última mano del racimo; (PMS) Peso de la mano del sol; (PULM) Peso de la última mano del racimo; (NDMS) Número de dedos de la mano del sol; (NDULM) Número de dedos de la última mano del racimo; (NM) Número de manos del racimo; (DP) Días a la parición; (DC) Días a la cosecha. Se evaluó el efecto de la fertilización

mineral y los microorganismos eficientes en el manejo integrado del cultivo de banano, mediante la aplicación mensual de los fertilizantes en dosis recomendados, evidenciando que no todos los tratamientos presentaron diferencias significativas dentro de las variables estudiadas, sólo se presentaron diferencias significativas entre las variables EF, PR, PMS, PULM. En cuanto a la siembra del cultivar de banano Gran Nain, con el fin de evaluar su productividad con diversos tratamientos se identificó que tiene un buen rendimiento en comparación a otros cultivares dentro de la zona y estos varían en función del manejo agronómico del cultivo. Se monitoreó el cultivo de banano con su manejo agronómico con el fin de identificar las respuestas con diversos tratamientos químicos y microorganismos eficientes, entre los tratamientos estudiados no existieron diferencias significativas relevantes sin embargo el tratamiento 1 y tratamiento 4 presentaron diferencias numéricas, ambos con presencia de microorganismos benéficos, que deben ser considerados para futuros estudios.

Palabras clave: banano, tratamientos, fertilizantes minerales, impulsar, drench.

“ASSESSMENT OF THE INTEGRATED MANAGEMENT OF THE GRAND NAIN CULTIVAR, YIELD AND PHYTOSANITY”

Manrique Toro, Paco
Quevedo Guerrero, José

ABSTRACT

In the Ecuadorian agricultural production sector, the agricultural activity of greatest economic importance is the cultivation of bananas, representing 3.84% of the total GDP, 50% agriculture, and 20% of the country's exports. Banana grows in the provinces of Manabí, Los Ríos, Guayas, El Oro and Esmeraldas. Within the province of El Oro, the main cantons where bananas are grown are: Machala, Pasaje, Santa Rosa, Arenillas and El Guabo. The Ministry of Agriculture, Livestock, Aquaculture and Fisheries registered that, of the 162,039 hectares of existing farms, 12% represents organic bananas and 88% is conventional. In 2015, about 50% of Ecuadorian banana exports went to Russia, the United States and Germany, around 20.22%, 15.39% and 11.97% respectively. Among other places with low participation, Turkey has around 7.67%, China 4.62%, Belgium 4.50% and Argentina 4.13%. The objective of this work was to evaluate the effect of edaphic fertilization, plus the application in drench of efficient microorganisms in the integrated management of banana cultivation.

The present research essay was carried out in the banana plots, located in the Santa Inés Experimental Farm, belonging to the Technical University of Machala, in the Faculty of Agricultural Sciences. In the experimental area, a randomized block design with 4 treatments and 15 repetitions was used: T1 = Urea 30 g + FossilShell 5 g + SULPOMAG 30 g + 1 liter of ME (efficient microorganisms) (1000 cc); T2= Urea 30 g + FossilShell 5 g + Agacomplex 100 g + SULPOMAG 30 g; T3 = Potassium Nitrate 30 g + FossilShell 5 g + Agacomplex 100 g + SULPOMAG 30 g; T4 = Ammonium nitrate 30 g + FossilShell 5 g + Agacomplex 100 g + SULPOMAG 30 g + 1 liter of ME (1000 cc). The variables studied were: (EF) Foliar Emission; (ALT) Plant height; (LHOJA) Leaf Length; (AHOJA) Sheet Width; (PR) Bunch Weight; (PRQ) Rachis weight; (ASON) Height of the Son; (MDS) Measurement or gauge of the hand of the sun; (ULM) Measurement or caliber of the last hand of the bunch; (PMS) Weight of the sun's hand; (PULM) Weight of the last hand of the bunch; (NDMS) Number of fingers on the sun's hand; (NDULM) Number of fingers of the last hand of the bunch; (NM) Number of hands in the bunch; (DP) Days to calving; (DC) Days to harvest. The effect of mineral fertilization and

efficient microorganisms in the integrated management of banana cultivation was evaluated through the monthly application of fertilizers in recommended doses, showing that not all treatments presented significant differences within the variables studied, only significant differences between the variables EF, PR, PMS, PULM. Regarding the sowing of the Gran Nain banana cultivar, in order to evaluate its productivity with various treatments, it was identified that it has a good yield compared to other cultivars within the area and these vary depending on the agronomic management of the crop. Banana cultivation was monitored with its agronomic management in order to identify the responses with various chemical treatments and efficient microorganisms, between the treatments studied there were no relevant significant differences, however treatment 1 and treatment 4 presented numerical differences, both with the presence of beneficial microorganisms, which should be considered for future studies.

Keywords: banana, treatments, mineral fertilizers, boost, drench.

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	13
1. INTRODUCCIÓN	13
Objetivo General.....	14
Objetivos Específicos.....	14
CAPITULO II	15
2. REVISIÓN DE LITERATURA	15
2.1. Origen del banano	15
2.2. Importancia del banano en Ecuador	16
2.3. Clasificación taxonómica del banano	16
2.4. Fenología del cultivo.....	17
2.4.1. Fase vegetativa	17
2.4.2. Fase juvenil. -.....	18
2.4.3. Fase vegetativa independiente.-	18
2.4.4. Fase aparentemente vegetativa.-	18
2.4.5. Fase reproductiva	18
2.5. Morfología de la planta	18
2.5.1. Sistema radicular	18
2.5.2. Ceba o cormo.....	19
2.5.3. Pseudotallo.....	19
2.5.4. Hojas	19
2.5.5. Inflorescencia	19
2.5.6. Fruto.....	20
2.6. Condiciones edafoclimáticas del cultivo de banano	20
2.6.1. Suelo	20
2.6.2. Altitud.....	20
2.6.3. Clima	21

2.6.4.	<i>Precipitaciones y requerimientos de agua</i>	21
2.7.	Manejo integrado del cultivo de banano	21
2.7.1.	<i>Deshoje</i>	21
2.7.2.	<i>Deshernane y deshije</i>	21
2.7.3.	<i>Deschante</i>	22
2.7.4.	<i>Manejo de arvenses</i>	22
2.7.5.	<i>Enfunde</i>	22
2.7.6.	<i>Encintado</i>	22
2.7.7.	<i>Desflore</i>	23
2.7.8.	<i>Deschive</i>	23
2.7.9.	<i>Protección de manos</i>	23
2.7.10.	<i>Pre-calibración</i>	23
2.7.11.	<i>Cosecha</i>	24
2.7.12.	<i>Postcosecha</i>	24
2.7.13.	<i>Manejo integrado de la Sigatoka negra</i>	24
2.7.14.	<i>Manejo integrado de nematodos</i>	25
2.7.15.	<i>Manejo integrado del picudo negro</i>	25
2.7.16.	<i>Manejo integrado de trips de la mancha roja</i>	25
2.8.	Fertilización edáfica	26
2.9.	Fertilizantes	26
2.9.1.	<i>Urea</i>	26
2.9.2.	<i>Nitrato de amonio</i>	27
2.9.3.	<i>Nitrato de potasio</i>	27
2.9.4.	<i>Agacomplex</i>	27
2.9.5	<i>Fossil Shell Agro</i>	28
2.9.6.	<i>SULPOMAG</i>	28
CAPITULO III		29

3. MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1. Materiales	29
3.1.1. Localización del ensayo	29
3.1.2. Ubicación geográfica	29
3.1.3. Clima y ecología	30
3.1.4. Materiales de campo	30
3.1.5. Material genético	30
3.1.6. Variables evaluadas	30
3.1.7. Factores evaluados	31
3.1.8. Tratamientos	31
3.2. Metodología	32
3.2.1. Preparación de microorganismos eficientes	32
3.2.2. Preparación de terreno	33
3.2.3. Análisis de suelo	33
3.2.4. Siembra	33
3.3. Labores culturales	34
3.3.1. Control de arvenses	34
3.3.2. Riego	34
3.3.3. Fertilización	34
3.3.4. Deshermane y deshije	34
3.3.5. Deschante	35
3.3.6. Enfunde y encintado	35
3.3.7. Control de plagas y enfermedades	35
3.3.7.1. Manejo integrado de la enfermedad de la sigatoka negra	35
3.3.8. Cosecha	35
3.3.9. Postcosecha	35
3.4. Diseño experimental	36

3.5. Datos de medición y evaluación.....	36
3.5.1. (EF) Emisión Foliar	36
3.5.2. (ALT) Altura de la planta.....	36
3.5.3. (LHOJA) Largo de Hoja	37
3.5.4. (AHOJA) Ancho de Hoja	37
3.5.5. (PR) Peso del Racimo	37
3.5.6. (PRQ) Peso del Raquis	37
3.5.7. (AHIJO) Altura de hijo	37
3.5.8. (MDS) Medición o calibre de la mano del sol.	37
3.5.9. (ULM) Medición del grado calibre de la Última mano del racimo.	38
3.5.10. (PMS) Peso de la mano del sol.....	38
3.5.11. (PULM) Peso de la última mano del racimo.	38
3.5.12. (NDMS) Número de dedos de la mano del sol.....	38
3.5.13. (NDULM) Número de dedos de la última mano del racimo.	38
3.5.14. (NM) Número de manos del racimo.	38
3.5.15. (DP) Días a la parición.....	38
3.5.16. (DC) Días a la cosecha.	39
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
5. CONCLUSIONES	52
6. RECOMENDACIONES	53
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
8. ANEXOS.....	61

Índice de tablas

Tabla. 1 Clasificación taxonómica del cultivo de banano.	17
Tabla. 2 Tratamientos, número de repeticiones, productos, cantidad utilizada en el estudio y aporte nutricional.....	32
Tabla. 3 Análisis del suelo de laboratorio AGROBIOLAB.	33
Tabla. 4 Tratamientos utilizados dentro del estudio.....	34
Tabla. 5 Resumen de grupos en pruebas POST HOC y la significancia de la prueba ANOVA.....	40

Índice de figuras

Figura. 1 Levantamiento planimétrico de la finca de la granja Santa Inés.	29
Figura. 2 Efecto de los tratamientos, sobre la variable Emisión foliar.	41
Figura. 3 Efecto de los tratamientos, sobre la variable altura de la planta.	42
Figura. 4 Efecto de los tratamientos, sobre la variable largo de hoja.	43
Figura. 5 Efecto de los tratamientos, sobre la variable ancho de hoja.	43
Figura. 6 Efecto de los tratamientos, sobre la variable peso del racimo.	44
Figura. 7 Efecto de los tratamientos, sobre la variable peso del raquis.	45
Figura. 8 Efecto de los tratamientos, sobre la variable altura del hijo.	45
Figura. 9 Efecto de los tratamientos, sobre la variable calibre de la mano del sol.	46
Figura. 10 Efecto de los tratamientos, sobre la variable calibre de la última mano.	46
Figura. 11 Efecto de los tratamientos, sobre la variable peso de la mano del sol.	47
Figura. 12 Efecto de los tratamientos, sobre la variable peso de la última mano del racimo.	48
Figura. 13 Efecto de los tratamientos, sobre la variable número de dedos de la mano del sol.	49
Figura. 14 Efecto de los tratamientos, sobre la variable número de dedos de la mano del sol.	49
Figura. 15 Efecto de los tratamientos, sobre la variable número de manos del racimo.	50
Figura. 16 Efecto de los tratamientos, sobre la variable días a la parición.	50
Figura. 17 Efecto de los tratamientos, sobre la variable días a la cosecha.	51

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Cultivar banano (*Musa x paradisiaca*), es la actividad agrícola de mayor relevancia para los países con clima tropical o subtropical (García et al., 2016), entre ellos Ecuador, esta actividad productiva, genera ingresos que representan el 3,84 % del producto interno bruto (PIB) de Ecuador, y aproximadamente el 20% de las exportaciones generadas por el país (Paz & Pesantez, 2013). Este cultivo de gran relevancia para el Ecuador, es producido en varias de sus provincias, tales como: Manabí, Los Ríos, Guayas, El Oro y Esmeraldas. Los cantones productores dentro de la provincia de El Oro son: Machala, Pasaje, Santa Rosa, Arenillas y El Guabo (Zhiminaicela Cabrera et al., 2020). El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca MAGAP, ahora nominado Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG, menciona actualmente hay identificado, 162.039 hectáreas del cultivo de banano, aproximadamente el 12% pertenece a banano orgánico y el resto pertenece a banano convencional.

Dentro de los principales destinos para exportar en Ecuador es de aproximadamente del 50% tanto en Rusia, Estados Unidos y Alemania en todos los casos respectivamente, entre otros como países de Asia como la China o Japón y países miembros de la Unión Europea (Serrano et al., 2020).

Grand Nain es un cultivar del plátano Cavendish, del género *Musa* AAA, de la especie *Musa acuminata*. El éxito del cultivo de este cultivar, es el manejo adecuado y el suministro de nutrientes a través de la fertilización (Hazarika & Ansari, 2010). Sin embargo, los cambios en el ambiente de cultivo, incluyendo las características climáticas, edáficas y tecnológicas, alteran significativamente la demanda de nutrientes (Mustaffa & Kumar, 2012), siendo necesario realizar estudios dirigidos a la fertilización.

El manejo integrado es el conjunto de labores pre culturales, culturales, agronómicas y la aplicación del MIPE. Que brindan las mejores condiciones para el óptimo desarrollo del cultivar Grand Nain.

Objetivo General

- Evaluar el efecto del manejo integrado del cultivar Grand Nain, rendimiento y fitosanidad.

Objetivos Específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivar Grand Nain, bajo diferentes tratamientos de fertilización edáfica y la aplicación en drench de ME.
- Determinar el tratamiento más eficiente, para mejorar la productividad del cultivar de banano y cuidar la salud del suelo.

CAPITULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen del banano

Se cree que, en el sudeste asiático, el banano fue una de las primeras plantas en ser domesticadas, y su consumo se relata en los primeros textos griegos, latinos y árabes. Alejandro Magno observó un plátano durante su expedición a la India. Poco después del descubrimiento de las Américas, de las Islas Canarias se importaron plátanos al Nuevo Mundo, donde primero se asentaron en La Española y pronto se extendieron a otras islas y al continente. Su cultivo aumentó hasta que las bananas se convirtieron en un alimento básico en muchas áreas, y en el siglo XIX aparecieron en los mercados de los Estados Unidos. Los bananos Cavendish son el tipo de banano más común importado por países no tropicales (Drenth & Kema, 2021).

El 85% de todos los árboles de banano en el mundo, corresponden a las variedades de banano, es probablemente el cultivo más antiguo del mundo. Hay indicios de que en Nueva Guinea, los bananos se cultivaron hace al menos 7.000 años, y el cultivo de las variedades Musa se dió en la región del delta del Mekong en el sudeste asiático, hace ya 10.000 años. En el primer o segundo milenio antes de Cristo, los comerciantes árabes trajeron retoños de plátano del sudeste asiático e introdujeron sus frutos en el Medio Oriente y la costa este de África (Kema & Drenth, 2018).

La introducción de las bananas en África ocurrió hace tanto tiempo que partes de Uganda y la cuenca del Congo se han convertido en centros secundarios de diversidad genética. Los plátanos fueron descubiertos por los portugueses en la costa atlántica de África. Fructifican en Canarias. A partir de ahí, fue introducido a las Américas por un misionero español (Almutairi et al., 2021).

Los estadounidenses solo han comido plátanos desde el siglo XIX. Las primeras bananas vendidas en los Estados Unidos fueron importadas de Cuba en 1804. Durante muchos años fueron considerados novedosos. La primera masa de carga fue enviada desde Jamaica en la década de 1870 por el pescador de Cape Cod Lorenzo Dowbake. Lorenzo Dowbake más tarde fundó Boston Fruit Company y se convirtió en United Fruit Company (Jones & Daniells, 2019). El mal de Panamá en Indonesia devastó las plantaciones de banano del Caribe y América Central en las décadas de 1940 y 1950, y Gros Michel fue casi eliminado y reemplazado por

las variedades Cavendish. En este sentido Gros Michel es una variedad de racimos grandes y estos por lo general no son tratados, sino que sus racimos son vendidos directamente debido a la demanda del mercado nacional e internacional inicialmente, luego los mercados fueron cambiando las normativas por lo cual ahora se empaquetan en cajas con protección y se exporta los cultivares del grupo Cavendish (Thangavelu et al., 2020).

2.2. Importancia del banano en Ecuador

La producción de banano, es la actividad agrícola de suma importancia para la economía del país. Para el año 2010, el Ecuador exportó 265'587.828 cajas, con peso de 18,14 kg, equivalentes a 4'828.000 t. El (1/3) de las exportaciones mundiales se generan en el Ecuador, representando actualmente, un ingreso de un \$ 1900'000.000 de dólares en divisas, y otros \$90'000.000 de dólares, por impuestos al estado. La actividad bananera representa el 3,84 % del PIB total, 50 % del PIB agrícola y el 20 % de las exportaciones del país. El banano y sus industrias colaterales, proporcionan empleo para más de 1'000.000 de familias, equivalente a 2,5 millones de personas, en porcentaje representa el 17 % de la población. El mercado principal del banano ecuatoriano, tiene su participación en la Unión Europea con (42%), USA con el (21%), Rusia (20%), Cono Sur (6%). El 11% corresponde a mercados marginales (Medio Oriente, Europa del Este, África del Norte y Asia). (AEBE, 2010)

2.3. Clasificación taxonómica del banano

En cuanto a la taxonomía del cultivo de banano, pertenece a la familia de las musáceas tipo monocotiledónea que se cultiva en alrededor de 120 países de las regiones tropicales y subtropicales (Irish, Ríos y Chavarria-Carvajal., 2013). Esta especie está clasificada en la familia Musaceae y está siendo considerado uno de los alimentos más importantes en el mundo desarrollado (Kamal, Ali & Alam, 2015). La variedad Cavendish representa el 47% de la producción de banano, principalmente en el Caribe y América Latina, así como en África (Camerún, Costa de Marfil y las Islas Canarias) y Asia (Filipinas) y se estima que es vulnerable a insectos plagas y enfermedades (Cosoveanu y 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).

Grand Nain es una especie monocotiledónea del género Musa. Grand Nain es un cultivar del plátano Cavendish. Se distingue de otros grupos por el genotipo AAA, que se refiere al hecho de que este grupo es una variante triploide de la especie Musa acuminata. Hay 33 cromosomas en acuminata, los cuales producen frutos sin semillas, este hecho significa que las plantas se propagan por métodos tradicionales de propagación vegetativa y no se reproducen sexualmente. La falta de diversidad genética hace que Grand Nain, al igual que otras variedades triploides, sean susceptibles a plagas y enfermedades (Bello-Bello et al., 2019).

2.4.Fenología del cultivo

2.4.1. Fase vegetativa

Durante la fase vegetativa, la planta generalmente emite entre 35 y 36 hojas, con una frecuencia de una hoja/semana en época de lluvias y entre 0,4 y 0,6 hoja/semana en condiciones de sequía. Esta tasa de producción de hojas le permite a la planta reemplazar las hojas que han cumplido su ciclo o que han sido afectadas por enfermedades tales como Sigatoka negra o por daños mecánicos. Tanto así, que, en total, la planta puede producir de 30 a 50 o más hojas en el ciclo de cultivo, pero en un mismo tiempo sólo mantiene de 10 a 14 hojas fotosintéticamente activas. (Martínez, 2011)

2.4.2. Fase juvenil. - conocida como “fase de retoño dependiente” en donde el hijo está bajo el sustento de la planta madre, se caracteriza por la emisión de hojas 22 pequeñas hasta llegar a 10 cm de ancho, se conoce como F10 a la primera hoja con al menos 10 cm de ancho (Robinson y Galán, 2012).

2.4.3. Fase vegetativa independiente.- se produce en el momento en que el retoño emite su primera hoja completamente desarrollada u hoja ortogonal (F0) y empieza a realizar fotosíntesis (Robinson y Galán, 2012).

2.4.4. Fase aparentemente vegetativa.- en la iniciación floral aún se encuentran dentro del pseudotallo entre 11 y 12 hojas que irán emergiendo mientras la inflorescencia asciende en el interior (Robinson y Galán, 2012).

2.4.5. Fase reproductiva

En la fase reproductiva se culmina la producción de hojas, lo que significa que el desarrollo y llenado de los frutos depende, principalmente, de la actividad de las hojas funcionales presentes con la aparición de la inflorescencia.

2.5. Morfología de la planta

2.5.1. Sistema radicular

Está compuesto por raíces primarias y secundarias que se producen continuamente y cuya liberación disminuye bruscamente después de la floración. Las raíces primarias pueden alcanzar 5-8 mm de diámetro, 3 m de longitud y 1,5 m de profundidad. Las raíces de la capa superficial se distribuyen en capas de 30-40 cm. Esta planta tiene una excelente capacidad de auto reposición en caso de que las raíces se pierdan debido a nematodos, insectos y otros patógenos. Las raíces son blancas, blandas cuando aparecen, y luego amarillas y duras. La penetración de las raíces es débil, por lo que la distribución de las raíces está relacionada con la textura y composición del suelo (Aguilar-Ancota et al., 2021).

2.5.2. Ceba o cormo

Un verdadero rizoma con múltiples puntos de crecimiento (meristema apical) da lugar a pseudomeristemas vegetativos, raíces y yemas. El término botánico correcto es rizoma. El meristema apical, que es el punto de crecimiento del rizoma, es una cúpula plana a partir de la cual se forman las hojas y, en última instancia, las inflorescencias (Amador et al., 2015).

2.5.3. Pseudotallo

El pseudotallo del banano está formado por la unión apretada y enrollada de las vainas de las hojas, soportando en su interior el tallo aéreo que lleva la inflorescencia hacia el ápice, la estatura promedio del cultivar de Grand Nain es de 2,00 m a 2,50 m (Rodríguez et al., 2006).

2.5.4. Hojas

Órgano fotosintético de la planta, se derivan del punto de crecimiento central o meristema terminal ubicado en la parte superior del rizoma. Cada hoja emerge desde el centro del pseudotallo en forma de cilindro enrollado (hoja cigarro). El extremo distal de la vaina foliar que se está alargando se contrae hasta formar un pecíolo, los pecíolos son ligeramente ondulados y coloreados. El pecíolo se convierte en la nervadura central, que divide el limbo en dos láminas medias. La superficie adaxial (haz), y su la superficie abaxial (envés). Son hojas grandes, verdes, dispuestas en espiral, de 2-4 m de largo, hasta 1,5 m de ancho, pecíolos de más de 1 m y ovalados alargados. (Rodríguez-Gaviria & Cayón et al., 2008).

2.5.5. Inflorescencia

Las flores aparecen de forma que en la base del racimo están las femeninas y al final del racimo las masculinas, formando la bellota. El raquis crece a través del pseudotallo y emerge en la parte alta de la planta una vez que ha brotado la última hoja cigarro (Zambrano-Loyola et al., 2017).

Las flores femeninas (pistiladas) aparecen primero. En los bananos cultivados, el ovario se desarrolla en un fruto sin semillas, mediante partenocarpia (sin polinización). A medida que surge, la bráctea (una hoja modificada) expone las flores femeninas que están aglomeradas en los nódulos y desarrollan manos de frutos (Cadena et al., 2021).

El número de manos en el racimo varía dependiendo del genotipo y las condiciones ambientales. A medida que las flores femeninas se desarrollan en frutos, la porción distal de la inflorescencia se alarga y produce grupos de flores masculinas (estaminadas), cada uno bajo una bráctea. Las flores masculinas en la yema masculina producen polen, que puede ser, o no ser, estéril. Un tercer tipo de flores llamado hermafrodita o neutro puede presentarse en el raquis, el pedúnculo entre las flores femeninas y la yema masculina. Estas flores por lo general no se desarrollan como frutos y sus estambres no producen polen (Scribano et al., 2018).

2.5.6. Fruto

Durante el desarrollo del fruto éstos se doblan geotrópicamente, según el peso de este, determinando esta reacción la forma del racimo. Los plátanos son polimórficos, pudiendo contener de 5-20 manos, cada una con 2-20 frutos, siendo su color amarillo verdoso, amarillo. Los plátanos comestibles son de partenocarpia vegetativa, o sea, desarrollan una masa de pulpa comestible sin ser necesaria la polinización. Los óvulos se atrofian pronto, pero pueden reconocerse en la pulpa comestible. La mayoría de los frutos de la familia de las Musáceas comestibles son estériles, debido a genes específicos de esterilidad femenina, triploidía y cambios estructurales cromosómicos, en distintos grados (Vásquez-Castillo et al., 2019).

2.6. Condiciones edafoclimáticas del cultivo de banano

2.6.1. Suelo

Se puede cultivar banano en suelos con textura franco-arenosa, franco arcilloso, franco arcillo limosa y franco limoso, además deben ser fértiles, permeables, con profundidad de 1,2-1,5 m, bien drenados y ricos especialmente en materias nitrogenadas. El cultivo del banano prefiere, sin embargo, suelos ricos en potasio, arcillo-silíceos, calizos. El banano tiene una gran tolerancia a la acidez del suelo, oscilando el pH entre 4,5-8, siendo el óptimo 6,5. Se desarrolla mejor en suelos planos, con pendientes del 0-1%. (INIAP, 2014)

2.6.2. Altitud

El banano se puede cultivar en altitudes que van de 0 a 300 msnm. Machala se encuentra a una altitud de 6 metros sobre el nivel del mar, siendo adecuado para su cultivo.

2.6.3. Clima

El banano exige un clima cálido y una constante humedad en el aire. Necesita una temperatura media de 26-27 °C. Machala tiene un clima cálido-tropical, (sub. -húmedo seco), influenciado por la corriente fría de Humbolt y la presencia de la corriente cálida del Niño. El clima es moderado con temperaturas que oscilan entre los 22° C a los 35° C.

2.6.4. Precipitaciones y requerimientos de agua

Las precipitaciones anuales necesarias oscilan entre los 1200 y los 2500 mm, bien distribuidos, con unos 120 a 200 mm por mes. Se puede apoyar con riego en caso de que se presente una época de sequía. (INIAP, 2014)

2.7. Manejo integrado del cultivo de banano

El manejo integrado en banano, abarca todas las labores pre culturales, culturales incluyendo el MIPE (Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades), debido a que cada una de estas labores ejecutadas a tiempo y de forma programada permitirá brindar a las plantas las mejores condiciones para su óptimo desarrollo.

2.7.1. Deshoje

Esta labor se realiza manualmente con la ayuda de un machete o un podón con filo, realizándose una vez por semana, eliminando así hojas viejas o enfermas con la presencia de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet). Las hojas de banano son la única fuente de inóculo de la Sigatoka negra; el hongo produce más ascosporas en las hojas vivas que en las hojas que se han cortado y caído al suelo. (Chillet, 2013)

2.7.2. Deshermane y deshije

Se realiza esta labor con la ayuda de un palín, retirando los retoños de hijo de agua o mal posicionados. Los hijuelos compiten con la planta madre por agua y nutrientes, por lo que solo debe quedar uno al finalizar la extracción de los hijuelos se deben tapar los orificios creados para evitar el ingreso de plagas y enfermedades (Carballosa et al., 2022).

2.7.3. Deschante

Implica la eliminación de todo el tejido viejo que se ha acumulado en el meristemo. Si los bordes se desprenden con facilidad o están secos, puede quitarlos con la mano por lo general se debe eliminar cortándolo de abajo hacia arriba con un machete. Esta labor cultural reduce la presencia de cochinillas harinosas que hacen del chante su hábitat (*Pseudococcus viburni*).

2.7.4. Manejo de arvenses

El control de malezas se lleva a cabo mediante métodos de control manual y mecánico. El control manual se lleva a cabo utilizando el machete en un radio 1 m alrededor del pseudotallo de la unidad de producción. El control mecánico se hace con una moto guadaña y consiste en cortar la maleza de la calle a una altura de 5 cm, evitando la exposición completa del suelo. La limpieza se mantiene durante el primer año después de la cosecha y se realiza en un ciclo calendario de 4 a 6 semanas, dependiendo de las condiciones climáticas (Agüero-Alvarado et al., 2018).

2.7.5. Enfunde

Consiste en fijar una funda de polietileno perforado. Esta actividad se realiza debido a que previene la pudrición por insectos, hojas y productos químicos, y produce frutos limpios y de excelente calidad. El mejor momento para cubrir es cuando la tercera bráctea de la inflorescencia ha caído y la mano correspondiente aún está abierta. Para ello, el enfunde de la inflorescencia a una altura adecuada y se utiliza para fijar la "cinta de plástico de colores" para determinar la edad de la inflorescencia para la cosecha (García & Tomalá, 2019).

2.7.6. Encintado

Practica para controlar la edad y cosecha del fruto del banano facilitando la fijación de la piel al fruto. Debe atar una cinta del mismo color a una nueva planta nacida en la misma semana. La próxima semana se usarán diferentes colores para distinguirlos, por lo que debe evitar buscar los racimos correctos en el momento de la cosecha y solo se cosecharán usando una gama diferente de colores de validación (Martínez et al., 2019).

2.7.7. Desflore

Esto se hace cuando los dedos de banano están al nivel del suelo y el látex cristaliza posteriormente sin amarillear. Consiste en la remoción manual temprana de flores frutos en los dedos del banano, cuyo objetivo principal es reducir el daño del fruto por *Pyroderces rileyi*, que además evita la fricción entre frutos en la combinación de flores y frutos que a veces suele acompañarse de necrosis parda. En Israel quitan las flores después de que se forman, y los hongos *Dothirrellagragaria* y *Fusarium sp.* Así, se determinó que se reduce la podredumbre superior de los bananos causada por hongos.

2.7.8. Deshive

Este es un método manual que ayuda a madurar el racimo y aumenta el tamaño de los dedos de la mano inferior. Incluye retiro de flores, dedos artificiales y última mano por lo general se retira la parte final de las manos ya que no produce frutos útiles para la comercialización, lo que se conoce como falla+3 (Ríos et al., 2020).

2.7.9. Protección de manos

Consiste en colocar entre las manos del racimo del conjunto una lámina de espuma de polietileno de 50 cm x 35 cm, de 4 ó 5 mm de espesor, con un orificio central de 7 cm de diámetro y una abertura. Se puede colocar a nivel de clúster, contiene aditivos UV de larga duración y se puede reutilizar hasta 4 veces, gracias a su aplicación evita ralladuras, manchas, magulladuras, hongos y bacterias que producen la eliminación de frutos. Su color puede variar entre blanco, azul y verde (Ndlovu et al., 2020).

2.7.10. Pre-calibración

Este método se realiza utilizando una clasificadora internacional una semana antes del corte para ver si los frutos se pueden cosechar la próxima semana. , El rango de calibraciones de 39-47 mm de diámetro. El comprador es la persona que determina el tamaño que desea obtener del productor (Chen et al., 2020).

2.7.11. Cosecha

La base de carga debe estar limpia para que no se dañe el conjunto sobre el que se coloca la fruta, los bananos cosechados sostienen una lámina espuma de polietileno entre sus manos para evitar que se rocen (Guo et al., 2020). Antes de sujetar el racimo de fruta al cable, se debe envolver el racimo en plástico para evitar que los cortes durante la cosecha derramen látex sobre la fruta (Merino et al., 2019).

2.7.12. Postcosecha

Al llegar a la estación de empaque, se quitan las fundas y los protectores de manos para proceder a lavar con presión, lo que permite eliminar y poner en cuarentena el exceso de plagas de banano. El conteo manual y la calibración se realizan en la estación de empaque. El desflore es una tarea que consiste en retirar las flores secas y se realiza de abajo hacia arriba para evitar que el látex caiga sobre los dedos del ramo (Murmu & Mishra, 2018) El número de dedos para los empaques se realizan dependiendo de la empresa comercializadora (Lustriane et al., 2018).

El racimo debe mantener una buena calidad de corona y luego transferirse a otro tanque. Por lo general, se coloca un racimo recién cortado para que suelte el látex de la punta, luego se pesa el fruto y se coloca en la charola etiquetada correspondiente para su tratamiento químico, y el fungicida sintético ejerce un efecto preventivo con lo que se evita la enfermedad. Finalmente, el embalaje consiste en colocar un fardo dentro de una caja de cartón y de ahí se empacan y se transportan en camiones al puerto (Yumbya et al., 2018).

2.7.13. Manejo integrado de la *Sigatoka negra*

2.7.13.1. Manejo cultural

La aplicación de prácticas culturales en el cultivo del plátano puede reducir la reproducción del hongo *Mycosphaerella fijiensis*. En el manejo cultural, actividades como el deshierbe, la fertilización, la recolección de hojas, la construcción de sistemas de riego y drenaje son actividades que no deben retrasarse para lograr la eficiencia (Escudero et al., 2020).

2.7.13.2. Control biológico

Actualmente la FRAC reconoce a los Biológicos como una clase química de fungicidas, agrupados en la Clase F6 y F7. En este grupo están registradas cepas de *Bacillus*

amyloliquefaciens, así como extractos de Árbol de Té (*Melaleuca alternifolia*). Finalmente, el uso de inductores de resistencia exógenos conocidos como “elicitores”, cuya función es la producción de fitoalexinas o estimular cualquier mecanismo de defensa de la planta para protegerse.

2.7.14. Manejo integrado de nematodos

El nematodo de cultivo *Radopholus similis* es un punzón del tallo del banano y es una de las plagas más importantes que atacan las plantas de banano (Abd-Elgawad, 2020). El control biológico es el hongo *Trichoderma* spp que rodea el micelio inyectando metabolitos y enzimas antibióticas en los nematodos del micelio (Abd-Elgawad & Askary, 2018).

2.7.15. Manejo integrado del picudo negro

Cosmopolites Sordidus Germar es un escarabajo que se considera la plaga más importante del cultivo de banano. Esto daña principalmente a las bananas de la familia *Musaceae*, por lo que las hembras usan sus bocas masticadoras para perforar las bananas y poner sus huevos. Una galería de su camino (Gonzalez, 2017).

Las medidas de control incluyen el uso de materiales de siembra limpios, 15 minutos de tratamiento con agua caliente a 50 °C, captura, fertilización adecuada, riego oportuno, deshierbe, control de malezas y otros controles culturales. Control biológico utilizando los insectos hongos *Beauveria bassiana* y *Metalhizium anisopliae*. La quimioprofilaxis utiliza pesticidas con actividad pesticida, aplicados a las raíces del banano y arbustos (Ziedan et al., 2022).

2.7.16. Manejo integrado de trips de la mancha roja

Chaetanaphothrips signipennis son insectos que dañan las frutas del cultivo de banano. Esa es la causa de las "manchas rojas en los plátanos". Su manejo integrado incluye la realización cultural de labores oportunas de manejo del cultivo tales como deshoje temprano, deshoje, marchitez, buen drenaje, control de malezas, buena nutrición y riego. Incluye manejo. Los controles míticos incluyen el uso de trampas pegajosas azules (Vásquez-Castillo et al., 2019).

El control biológico utiliza enemigos biológicos de plagas como *Orius insidiosus*, *Chrysoperla carnea*, *Beauveria bassiana* y *Lecanicillium lecanii*. Los controles químicos incluyen la aplicación de determinados productos como azufre, aceites emulsionantes, jabones potásicos,

detergentes, derivados vegetales (capsaicina, rotenona, neem, etc.), extractos de hongos, etc (Valladolid et al, 2020).

2.8. Fertilización edáfica

Para ello, se aplica el abono directamente en la base de la planta, en el sustrato o directamente en el suelo, de modo que los nutrientes estén lo más cerca posible de la zona de absorción de las raíces y puedan ser absorbidos por la planta. Esta práctica suele utilizar fertilizantes sólidos granulados aplicados a bajas dosis durante largos periodos de tiempo, de modo que los nutrientes permanecen en el suelo a lo largo del tiempo mientras son absorbidos por las plantas (Bell et al., 2021).

La gestión de los fertilizantes es un factor importante a la hora de determinar la eficacia global de los mismos, que es la cantidad de nutrientes que absorben las plantas en relación con la cantidad total de fertilizantes aplicados. Para lograr la máxima eficacia, es necesario analizar cuidadosamente una serie de variables que influyen directamente en la optimización de la aplicación de fertilizantes, como son: el tipo de suelo, el clima, el tipo y la edad del cultivo, las técnicas de aplicación, el comportamiento agronómico, la composición económica y la disponibilidad del producto (Nur Aina Mardhiah Zolkhairi & Ismail, 2022).

2.9. Fertilizantes

2.9.1. Urea

La Urea ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) es un fertilizante, sólido granular y carbonato amónico con el mayor contenido de nitrógeno, aportando un 46% de N en forma de urea. En este estado, la planta no puede absorber nitrógeno, pero debe convertirse en amoníaco y luego en ácido nítrico. La conversión de amidas a nitrógeno amoniacal se realiza por hidrólisis con intervención de la enzima ureasa 5-10 días después del establecimiento, dependiendo del contenido de agua, temperatura y contenido de materia orgánica del suelo (Ancy & Kurien, 2000)

Las bacterias nitrificantes, se encargan de nitrificar el nitrógeno que se encuentra en estado amoniacal, dependiendo de la fauna del suelo, la aireación, la humedad, la temperatura y el pH, y el nitrógeno se convierte al estado nitrogenado y se absorbe. Requerido para la formación de proteínas, aminoácidos y ácidos nucleicos, forma parte de la molécula de clorofila, y la síntesis

de clorofila asociada a la fotosíntesis obtiene la forma de plantas sanas, frutos grandes y tangibles (Raphael, 2020).

2.9.2. Nitrato de amonio

Este fertilizante se utiliza a menudo porque aporta la mitad del nitrógeno en forma de nitrato y la otra mitad en forma de amonio. La forma de nitrato se desplaza fácilmente a las raíces, donde está disponible para las plantas, mientras que la porción de amonio es absorbida por las raíces o convertida gradualmente en nitrato por los microorganismos del suelo (Aguirre Forero et al., 2022). Este abono es apreciado por muchos agricultores que prefieren una fuente de nutrientes inmediatamente disponible para las plantas, como es el caso de este producto. Se utiliza para fertilizar pastos y praderas porque es menos propenso a las pérdidas por volatilización que los fertilizantes a base de urea cuando se aplican al suelo. Debido a su contenido en nitratos, tiene un tiempo de liberación más largo que la versión amoniacal del nitrógeno.

2.9.3. Nitrato de potasio

El nitrato potásico no es tóxico para el sistema radicular. A diferencia del amonio, el nitrógeno nítrico del nitrato potásico no daña las raíces de las plantas a altas temperaturas del suelo. El nitrato de potasio aumenta la resistencia a las heladas. El nitrato de potasio en el nitrato de potasio promueve la formación de paredes celulares más gruesas y aumenta el contenido de electrolitos de las células, aumentando así la resistencia de las plantas a los daños por heladas (Quesada & Loría, 2016). El nitrato potásico aumenta la resistencia de la planta a las enfermedades. El nitrato de potasio evita la acumulación de carbohidratos de cadena corta y nitrógeno proteico, que son sustratos para el ataque de bacterias, hongos, nematodos y virus. El nitrato de potasio aumenta la tolerancia a la sequía. El nitrato de potasio favorece la formación y ramificación de las raíces, lo que permite una mejor absorción del agua del suelo.

2.9.4. Agacomplex

Agacomplex es un abono orgánico mineral que contiene carbono orgánico y es la herramienta adecuada para la protección total de los cultivos para un crecimiento vigoroso y equilibrado de los mismos. Su composición es. Ácido fúlvico 10 %, ácido húmico 20 %, carbono orgánico 15 %, extracto de ácido húmico 15 %, hierro 1 %, materia orgánica 35 %, nitrógeno orgánico 1 %, nitrógeno 7 %, potasio 20 %, azufre 10 %, fósforo 15 % re

2.9.5 Fossil Shell Agro

Se trata de un abono micro particulado (de 1 a 10 micras), compuesto principalmente por óxido de silicio, que contribuye a la estructura del suelo, mejora la retención de la humedad y optimiza la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio. También puede utilizarse en pulverizaciones foliares, puesto que sus micropartículas penetran en los estomas y favorecen la absorción de minerales y micro elementos, influyendo así en la nutrición y el desarrollo de las plantas (Mwanda et al., 2020).

2.9.6. SULPOMAG

El Sulpomag o sulfato de potasio y magnesio es un abono natural con la siguiente composición química: K₂O 22%, MgO 22%, S 18% y Cl (cloruro) 2,5% con un contenido máximo de humedad del 0,5%. Sus propiedades fisicoquímicas. Para la inclusión de Sulpomag se utilizaron los siguientes criterios y procedimientos: la sal mineral MS se añadió a la sal mineral MgSO MS contiene MgSO₄·7H₂O 370 mg. l⁻¹ (0,37 g.l⁻¹) y el peso molecular (MW) del compuesto (150 g.l⁻¹). (MP) del compuesto (150 g) y el peso atómico Mg (24 g) en una proporción de 100 g de Sulpomag en 22 g (22%) como se indica en la composición del abono.

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Localización del ensayo

El presente ensayo de investigación se realizó en las parcelas de banano, ubicado en la Granja experimental Santa Inés, perteneciente a la Universidad Técnica de Machala, esta institución de educación superior se encuentra ubicada en el Km 5,5 de la vía Machala a Pasaje, perteneciente a la parroquia El Cambio, del cantón Machala, ubicado en la provincia de El Oro, Ecuador, la facultad donde se desarrolló el ensayo fue la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

3.1.2. Ubicación geográfica

De acuerdo con el sistema de proyección geográfica UTM el ensayo se encuentra ubicado en la zona 17 S debido a su ubicación geográfica entre en el sistema Datum: WGS 84 Sur, coordenadas Norte 9636128, y Sur, 620701, en cuanto a las coordenadas geográficas este estudio se encuentra ubicado en la longitud $79^{\circ} 54' 05''$ W y Latitud: $03^{\circ} 17' 16''$ S.

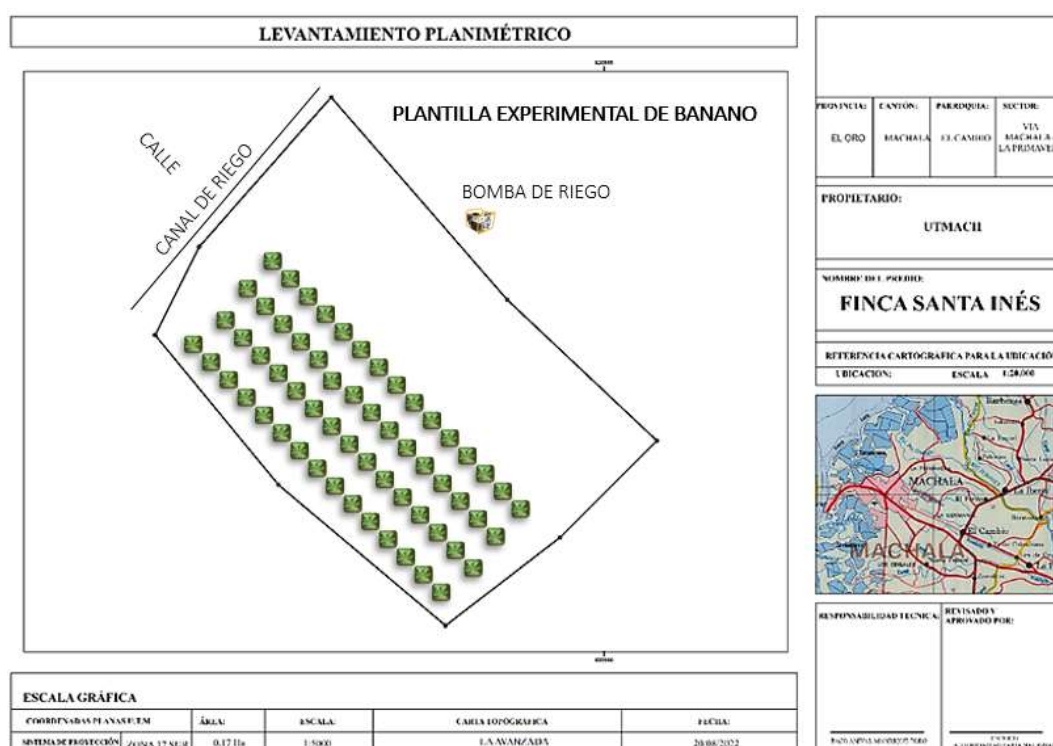


Figura. 1 Levantamiento planimétrico de la finca de la granja Santa Inés.

3.1.3. Clima y ecología

El sitio de estudio, de acuerdo a las zonas naturales del Holdridge el mapa de Ecuador sobre la distribución de ambientes ecológicos tiene condiciones agroclimáticas de 2 a 3 horas de heliofanía en promedio diarias con una temperatura media de 25° C y una precipitación en promedio anual de 500 mm, de acuerdo a estas características el sitio de estudio se considera como un bosque seco tropical (bms - T).

3.1.4. Materiales de campo

- Palas
- Barreta
- Fertilizantes
- Baldes
- Bomba de riego
- Bomba de fumigar
- Palines
- Podón
- Cintas de colores
- Fundas
- Curvo
- Cunas
- Balanza digital
- Calibrador
- Cinta métrica
- Balanza Gramera
- Cuchareta
- Machete

3.1.5. Material genético

Para este estudio de investigación se eligieron 60 plantas de banano del cultivar Grand Naine, ubicadas en 4 parcelas experimentales con 15 unidades experimentales, las cuales fueron proporcionadas por la empresa Grupos Grandes, por medio del Ing. Agro. Miguel Bustamante, las cuales fueron sembradas en la Granja experimental Santa Inés especificación sobre la plantilla de investigación de la cátedra de banano.

3.1.6. Variables evaluadas

Dentro del estudio se evaluaron diversas variables que permiten conocer las caracterizas como el crecimiento del cultivo y la productividad del cultivo entre las que se caracterizan variables como:

- (EF) Emisión Foliar.
- (ALT) Altura de planta.
- (LHOJA) Largo de Hoja.
- (AHOJA) Ancho de Hoja.
- (PR) Peso del Racimo.
- (PRQ) Peso del Raquis.
- (AHIJO) Altura del Hijo.
- (MDS) Medición o calibre de la mano del sol.
- (ULM) Medición o calibre de la Última mano del racimo.
- (PMS) Peso de la mano del sol.
- (PULM) Peso de la última mano del racimo.
- (NDMS) Número de dedos de la mano del sol.
- (NDULM) Número de dedos de la última mano del racimo.
- (NM) Número de manos del racimo.
- (DP) Días a la parición.
- (DC) Días a la cosecha.

3.1.7. Factores evaluados

Los factores que se evalúan dentro del estudio son dos el cultivar a sembrar (Grand Nain) y el tipo de fertilización o tratamientos, de los cuales se evaluarán diversas características del cultivo, pero especialmente cuantitativas.

3.1.8. Tratamientos

Los tratamientos del estudio se distribuyeron en un área de 1700 m², para lo cual se establecieron 4 parcelas con 4 tratamientos completamente al azar, cada tratamiento contó con 15 repeticiones por cada tratamiento, este experimento se desarrolló en campo abierto dentro del sitio previamente descrito el cual tuvo una fecha inicial de siembra el 30 de julio del 2021 y la culminación en 12 de agosto del 2022.

Tabla. 2 Tratamientos, número de repeticiones, productos, cantidad utilizada en el estudio y aporte nutricional.

TRATAMIENTOS	Plantas	Producto	Gramos/planta	Aporte Nutricional.
T1	15	Urea	30	(N) 46%
		FossilShell	5	(Si) 42.99 %, (SiO2) 92%
		SULPOMAG	30	(K2O) 22%, (MgO) 17%, (S) 13%
		1 litro de EM	1000cc	
T2	15	Urea	30	(N) 46%
		FossilShell	5	(Si) 92%
		SULPOMAG	30	(K2O) 22%, (MgO) 17%, (S) 13%
		Agacomplex	100	(N) 7%, (P2O5) 15%, (K2O) 20%
T3	15	Nitrato de K	30	(NO3) 13.5%, (K2O) 46%
		FossilShell	5	(Si) 42.99 %, (SiO2) 92%
		SULPOMAG	30	(K2O) 22%, (MgO) 17%, (S) 13%
		Agacomplex	100	(N) 7%, (P2O5) 15%, (K2O) 20%
T4	15	Nitrato de amonio	30	(N) 34%
		FossilShell	5	(Si) 42.99 %, (SiO2) 92%
		SULPOMAG	30	(K2O) 22%, (MgO) 17%, (S) 13%
		Agacomplex	100	(N) 7%, (P2O5) 15%, (K2O) 20%
		1 litro de EM	1000cc	

Etapa vegetativa, desarrollo y productiva

3.2. Metodología

3.2.1. Preparación de microorganismos eficientes

Para la preparación de los microorganismos eficientes (ME), se realizó una captura basada en un modelo utilizado por muchos productores, que consiste en pre cocer arroz o arrocillo, en agua destilada con el fin de evitar la contaminación. Después de la cocción, se deja reposar hasta bajar la temperatura, luego se coloca el arroz en tarrinas plásticas, recubriendo su abertura con gaza o recortes de medias nylon y se la sostiene con liga o cinta, de manera que los ME sean localizados en esa parte, los ME colectados se ubicaron en un tanque de 1000 litros para su reproducción, mezclados conjuntamente con melaza. De las 12 trampas llevadas a campo, se selecciona con una pinza quirúrgica, aquellos ME que no afecten al cultivo. Al evidenciar el crecimiento de micelios dentro del tanque, se procede a realizar la aplicación al cultivo.

3.2.2. Preparación de terreno

Para dar inicio al estudio de investigación, se procedió a preparar el terreno, eliminando y repicando plantas de banano clon Williams previamente cultivadas, para ello, se cortó el pseudotallo con un machete, luego se retiró el cormo con la ayuda de una barreta, finalmente se repicó toda la materia vegetal, facilitando la descomposición y poder realizar el hoyado para la nueva siembra planteada del cultivar Grand Nain,

3.2.3. Análisis de suelo

Dentro del área experimental, el análisis de suelo, se realizó mediante la ayuda de un barreno, procediendo a la toma de muestras representativas en forma de zigzag, las cuales se mezclaron y se envió para ser analizados 2 kg de muestra al laboratorio AGROBIOLAB, del cual se solicitó un análisis básico del suelo con el fin de constatar cambios o el estadio inicial del cultivo.

Tabla. 3 Análisis del suelo de laboratorio AGROBIOLAB.

pH	CE	MO	NH4 ppm	P pp m	K meq/100 ml	Ca meq/100 ml	Mg meq/100 ml	Na meq/100 ml	CICE meq/100 ml
7,4	1,05	1,66	44,3	19,8	0,76	19,65	5,02	0,6	26,03
Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	B	S	Fe/Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca + Mg/K
3,5	21,1	3,6	5,5	1, 73	34,5	3,91	6,6	32,46	

3.2.4. Siembra

Se realizó dentro de un área de 1700 m², donde se destinaron 4 parcelas con 4 tratamientos al azar, cada tratamiento con 15 plantas del cultivar Grand Nain, dando un total de 60 plantas evaluadas en total, las cuales fueron sembradas el 30 de julio del 2021, con una siembra común a distancia entre plantas 2.50 metros entre plantas, y 3.20 metros entre hileras, el hoyado para la siembra fue de 25 cm³ respectivamente.

3.3. Labores culturales

3.3.1. Control de arvenses

Para el manejo del cultivo en cuanto al control de arvenses se realizó mediante la utilización de herramienta mecánica “moto guadaña” en intervalos de 15 días y de manera manual se realizó cada 7 días.

3.3.2. Riego

El riego del cultivo, se determinó mediante la identificación de las necesidades hídricas del cultivo, para lo cual se realizaron aplicación de dos riegos por semana con un tiempo de 1 hora por día de riego.

3.3.3. Fertilización

Para la fertilización se implementaron diversos tratamientos con dosis recomendadas a fin de conocer su eficiencia:

3.3.4. Deshermane y deshije

En deshermane y deshije del cultivo se realizó 5 meses después de la siembra donde se crearon algunos hermanos, el deshije se realizó cuando la planta tenía robustez fisiológica y se eliminaron especialmente aquellos hijos que no estaban bien posicionados y especialmente aquellos que presentaran mejor vigor en el cultivo.

Tabla. 4 Tratamientos utilizados dentro del estudio.

Tratamiento 1	Tratamiento 3
Urea 30 gr	Nitrato de K 30 gr
FossilShell 5 gr	FossilShell 5 gr
SULPOMAG 30 gr	SULPOMAG 30 gr
1 litro de ME	Agacomplex 100 gr
Tratamiento 2	Tratamiento 4
Urea 30 gr	Nitrato de amonio 30 gr
FossilShell 5gr	FossilShell 5 gr
SULPOMAG 30 gr	SULPOMAG 30 gr
Agacomplex 100 gr	Agacomplex 100 gr
	1 litro de ME

3.3.5. Deschante

Para realizar el deschante se procedió a cortar la parte superior de la vaina foliar que se desprendía en general muy fácilmente del pseudotallo de banano, sin realizar mucha fuerza que pueda dañar la estructura vegetal de la planta.

3.3.6. Enfunde y encintado

Se realizó el enfunde una vez que la inflorescencia del banano ha obtenido geotropismo positivo, y antes que se abran las brácteas del racimo, las fundas fueron colocadas con la cinta distintiva de acuerdo con el calendario de enfunde, la cual se amarro sobre la cicatriz del raquis de banano, con el fin de cubrir la flor de agentes externos como plagas y enfermedades.

3.3.7. Control de plagas y enfermedades

3.3.7.1. Manejo integrado de la enfermedad de la sigatoka negra

En el manejo integrado se utiliza técnicas tempranas de defoliación y enraizamiento para deshacerse de todos los patógenos en el cultivo. Después de la siembra, las hojas enfermas y las inferiores se retiraron semanalmente para evitar inoculaciones producidas por el desprendimiento de esporas del tejido de la hoja enferma a las hojas sanas. Al eliminar las zonas afectadas por sigatoka negra reducen la esporulación.

3.3.8. Cosecha

Para la cosecha se determinan racimos de edad adecuada, clasificados primero en la semana anterior y luego cortados en la semana de cosecha, para la cosecha se envía a la "cuna" correspondiente y se envía a la estación de empaque y aquí se recopilan variables como el peso del racimo, el peso del raquis, calibre de mano del sol y última mano de la fruta, peso de mano del sol y última mano del racimo, número de manos del racimo, número de dedos por mano.

3.3.9. Postcosecha

Durante este proceso en la estación de empaque se verifica la calidad de la fruta y la consistencia de la almendra, se lavan los racimos, se descargan en el primer tanque, se forman clúster de frutos, los frutos se tiran y se lavan en un segundo tanque, luego se clasifican por peso en cada

bandeja y se realiza el corte y esterilización de corona. Luego, se etiqueta, se ubica en cajas, se pesa, finalmente el empacador, tapa la caja y son llevadas al camión para su transporte.

3.4. *Diseño experimental*

El diseño experimental utilizado en el estudio se basa en un diseño de bloques completamente al azar, con 4 tratamientos y 15 repeticiones, con el mismo número de unidades experimentales por cada tratamiento y bajo las condiciones de campo abierto en la plantilla de banano. Para el análisis estadístico se utilizó el software SPSS, realizando pruebas de análisis de varianza ANOVA, y Tukey para la comparación de los tratamientos.

- **Hipótesis alternativa (H_1):** La utilización de fertilizantes edáficos y microorganismos eficientes, en el manejo integrado del cultivar de banano, influyen en el comportamiento agronómico y la productividad del cultivar Gran Nain.
- **Hipótesis nula (H_0):** La utilización de fertilizantes edáficos y microorganismos eficientes, en el manejo integrado del cultivar de banano, no influyen en el comportamiento agronómico y la productividad del cultivar Gran Nain.

3.5. Datos de medición y evaluación

3.5.1. *(EF) Emisión Foliar*

Esta variable fue tomada desde el inicio de la siembra del cultivar Grand Nain, se partió del número de hojas presentes el día de la siembra 30 de Julio del 2021, dejando una seña en la última hoja nueva, para que mediante la fijación de un día por semana se vuelva a revisar la emisión de hojas a partir de la seña considerando la hoja cigarro.

3.5.2. *(ALT) Altura de la planta*

Esta variable cuantitativa fue medida semana a semana con la utilización de un palo de madera sujeto a una cinta métrica, la cual se ubica en la base del pseudotallo hasta el área foliar y así obtener el valor de la altura de la planta en cm.

3.5.3. (LHOJA) Largo de Hoja

Esta variable cuantitativa fue medida semana a semana específicamente de la tercera hoja de la planta de banano Grand Nain, con la ayuda de un palo de madera sujeto a una cinta métrica se tomó el valor del largo desde la base de la hoja hacia el ápice de ésta, así obteniendo el valor en cm.

3.5.4. (AHOJA) Ancho de Hoja

Esta variable fue tomada semana a semana utilizando una T de madera, en cuya parte superior se encuentra sujeta una cinta métrica que permita facilitar la lectura de medición del ancho de la hoja valor tomado en cm.

3.5.5. (PR) Peso del Racimo

Esta variable se obtiene sobre un total de 60 plantas el día de la cosecha, se toma el peso del racimo mediante una balanza colgante de precisión, se colocan los frutos y se obtiene el peso total del racimo en kg.

3.5.6. (PRQ) Peso del Raquis

Se obtiene esta variable después de haber pesado el racimo, habiendo removido todas las manos del mismo, dejando sólo el raquis, su pesaje se realizó con una balanza colgante de precisión en kg.

3.5.7. (AHIJO) Altura de hijo

Esta variable es tomada después de haber realizado la cosecha del racimo de banano Grand Nain. Con la ayuda de un flexómetro, se mide desde la base del hijo hasta la parte superior de emisión foliar, el valor fue tomado en cm.

3.5.8. (MDS) Medición o calibre de la mano del sol.

Esta variable fue medida mediante un calibrador internacional con rangos de 39 a 47 grados, la calibración debe realizarse una semana antes del corte y para la toma del dato se realizó la calibración el día de cosecha, calibrando específicamente la mano del sol.

3.5.9. (ULM) Medición del grado calibre de la Última mano del racimo.

Esta variable fue medida mediante un calibrador internacional con rangos de 39 a 47 grados, la calibración debe realizarse una semana antes del corte y para la toma del dato se realizó la calibración el día de cosecha, calibrando específicamente última mano del racimo.

3.5.10. (PMS) Peso de la mano del sol.

Para la medición de esta variable, se retira del racimo la mano del sol con la ayuda de una cuchareta, y se la ubica sobre una balanza mecánica tipo reloj. El valor a trabajar es en kg.

3.5.11. (PULM) Peso de la última mano del racimo.

Para la medición de esta variable, se retira del racimo la última mano con la ayuda de una cuchareta, y se la ubica sobre una balanza mecánica tipo reloj. El valor a trabajar es en kg.

3.5.12. (NDMS) Número de dedos de la mano del sol.

Para la toma de esta variable cuantitativa, es necesario contar todos los dedos de la mano del sol presentes en el racimo.

3.5.13. (NDULM) Número de dedos de la última mano del racimo.

Para la toma de esta variable cuantitativa, es necesario contar todos los dedos de la última mano del racimo.

3.5.14. (NM) Número de manos del racimo.

Esta variable cuantitativa fue medida después de la cosecha del racimo, por cada racimo cosechado se procede a contar cuantas manos contiene cada uno.

3.5.15. (DP) Días a la parición.

Esta variable cuantitativa es obtenida en el momento que la planta de banano ha emitido su inflorescencia, después de la siembra. Se realiza un cálculo matemático para obtener este valor, sumando los días desde el inicio de la siembra hasta el día en el que la planta emitió la inflorescencia.

3.5.16. (DC) *Días a la cosecha.*

Esta variable cuantitativa es obtenida en el momento que se realiza la cosecha del raimo. Se realiza un cálculo matemático para obtener este valor, sumando los días desde el inicio de la siembra hasta el día en el que el racimo fue cosechado.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar las pruebas estadísticas del ANOVA de un factor y las pruebas de Tukey se determinó la significancia y diferencias numéricas presentadas entre las variables evaluadas en el estudio, así se identificó que existieron diferencias significativas entre las variables EF, PR, PMS, PULM, ya que mostraron un valor menor a ($p = 0,05$). El resto de variables ALT, LHOJA, AHOJA, PRQ, AHIJO, MDS, ULM, NDMS, NDULM, NM, DP y DC, no presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos debido a que aunque se cumple el supuesto de aditividad, el valor de la significancia es mayor al Alpha propuesto de 0,05 o a un intervalo de confianza del 95%. Sin embargo, si se presentaron diferencias numéricas entre los tratamientos evaluados. No hay diferencias estadísticas entre ellos

Tabla. 5 Resumen de grupos en pruebas POST HOC y la significancia de la prueba ANOVA.

Variable	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Sig.
EF	40,87 d	37,93 a	40,27 bc	38,40 ab	0,003
ALT	177,31 a	180,93 a	193,46 a	193,82 a	0,161
LHOJA	172,83 a	179,54 a	185,67 a	187,33 a	0,08
AHOJA	70,95 a	74,23 a	74,32 a	74,55 a	0,29
PR	14,72 b	13,84 ab	11,58 a	13,67 ab	0,017
PRQ	1,83 a	1,93 a	1,96 a	2,07 a	0,366
AHIJO	125,27 a	127,90 a	129,17 a	130,47 a	0,752
MDS	44,33 a	44,73 a	44,80 a	44,93 a	0,764
ULM	42,07 a	42,27 a	42,40 a	42,60 a	0,831
PMS	3,4 b	2,91 ab	2,43 a	2,84 ab	0,025
PULM	1,78 ab	1,73 ab	1,55 a	1,87 b	0,034
NDMS	14,60 a	16,00 a	16,60 a	18,67 a	0,076
NDULM	11,00 a	12,00 a	12,00 a	12,13 a	0,118
NM	5,00 a	5,07 a	5,20 a	5,27 a	0,314
DP	262,80 a	264,67 a	268,40 a	275,87 a	0,158
DC	352,60 a	354,6 a	363 a	365,2 a	0,167

Letras diferentes en cada fila, indican diferencias estadísticas entre tratamientos para un p valor menor o igual a ≤ 0.05

Como se puede apreciar en la tabla 5. Las variables (ALT, LHOJA, AHOJA, PRQ, AHIJO, MDS, ULM, NDMS, NDULM, NM, DP y DC), en donde, no se presentaron significancias estadísticas, se debió, a que los tratamientos no se focalizaron únicamente a incentivar el desarrollo de esos parámetros en concreto, sino que se centraron únicamente en nutrir la planta fisiológicamente dentro del manejo integrado del cultivar Grand Nain.

Con el propósito de tener un mejor entendimiento de la variación de los resultados obtenidos, se identificó que, para la emisión foliar existió diferencias significativas entre los tratamientos agrupados en cuatro subgrupos homogéneos de acuerdo con la prueba de Tukey.

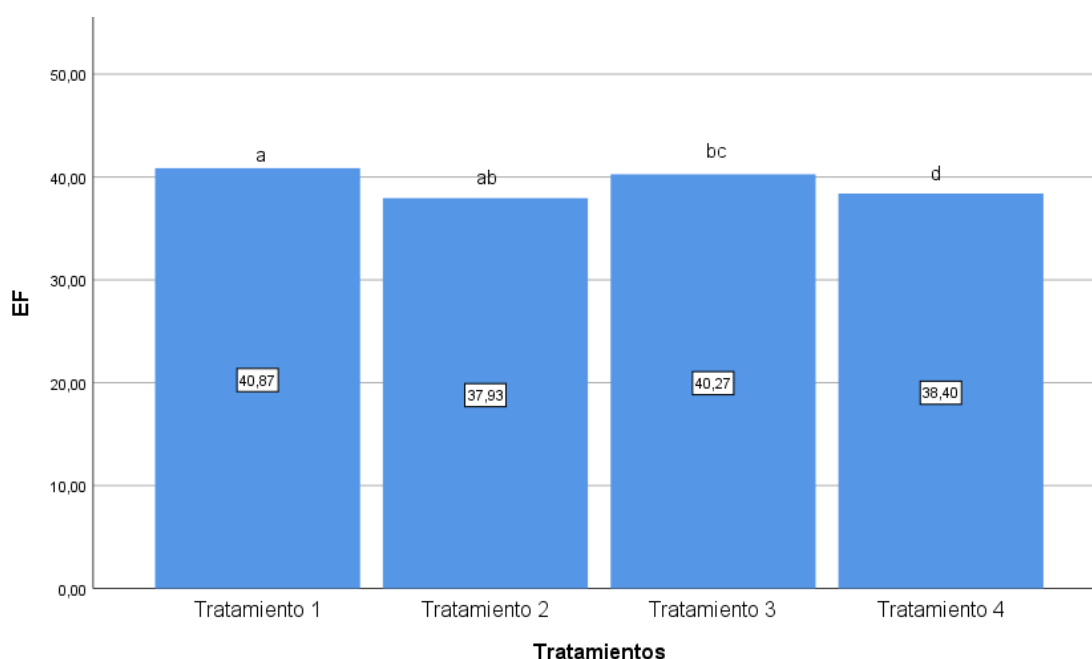


Figura. 2 Efecto de los tratamientos, sobre la variable Emisión foliar.

En cuanto a la emisión foliar, el Tratamiento que tuvo un mayor efecto sobre esta variable agronómica fue el (T1) (U+FS+SPMAG+EM) con un valor promedio de 41 hojas, en presencia de microorganismos eficientes. Y el valor más bajo para el tratamiento (T2) (U+FS+ACOM+SPMAG) con valor promedio de 38 hojas, por lo general se puede deber a las pérdidas por volatilización que es una condición natural de los fertilizantes (Lima et al., 2022). Como se puede ver en los resultados de la variable (EF), el estudio no fue centrado a la emisión

foliar, puesto que todos los tratamientos presentaron en su composición nitrógeno. Y debido a esto no hubo diferencias significativas.

A fin de tener un mejor entendimiento de la variación de los resultados obtenidos, se identificó que, para la altura de la planta, no existió diferencias significativas entre los tratamientos de subgrupos homogéneos, de acuerdo con la prueba de Tukey.

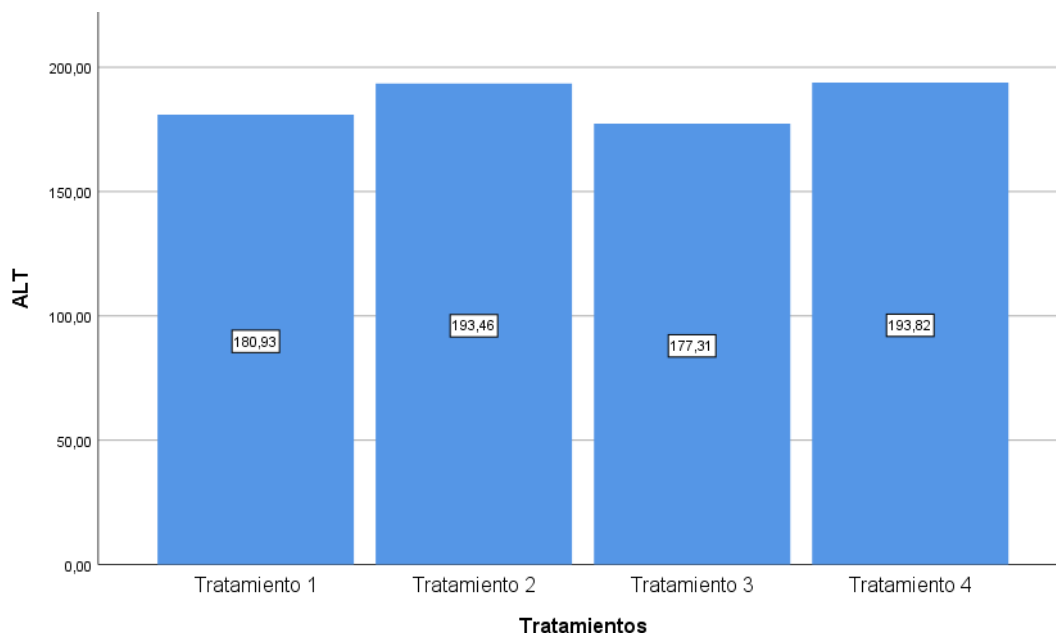


Figura. 3 Efecto de los tratamientos, sobre la variable altura de la planta.

De los tratamientos evaluados los de mejor respuesta y que presentaron diferencias numéricas fueron el T4 (NA+FS+AGCOM+SPOMAG+EM), con 193,82 centímetros de alto, T2 (U+FS+ACOM+SPMAG), con 193,46 centímetros, seguido por el T1 (U+FS+SPMAG+EM), con 180,93 cm. Y finalmente el T3 (NK+FS+AGCOM+SPOMAG) con 177,31 cm. En cuanto a esta variable los tratamientos que presentaron diferencias numéricas fueron el T3 y T4 el primero sin aplicaciones microorganismo eficientes y el segundo con la aplicación.

A modo de tener un mejor entendimiento, de la variación de los resultados obtenidos, se identificó que, para el largo de la hoja, no existió diferencias significativas entre los tratamientos de subgrupos homogéneos, de acuerdo con la prueba de Tukey.

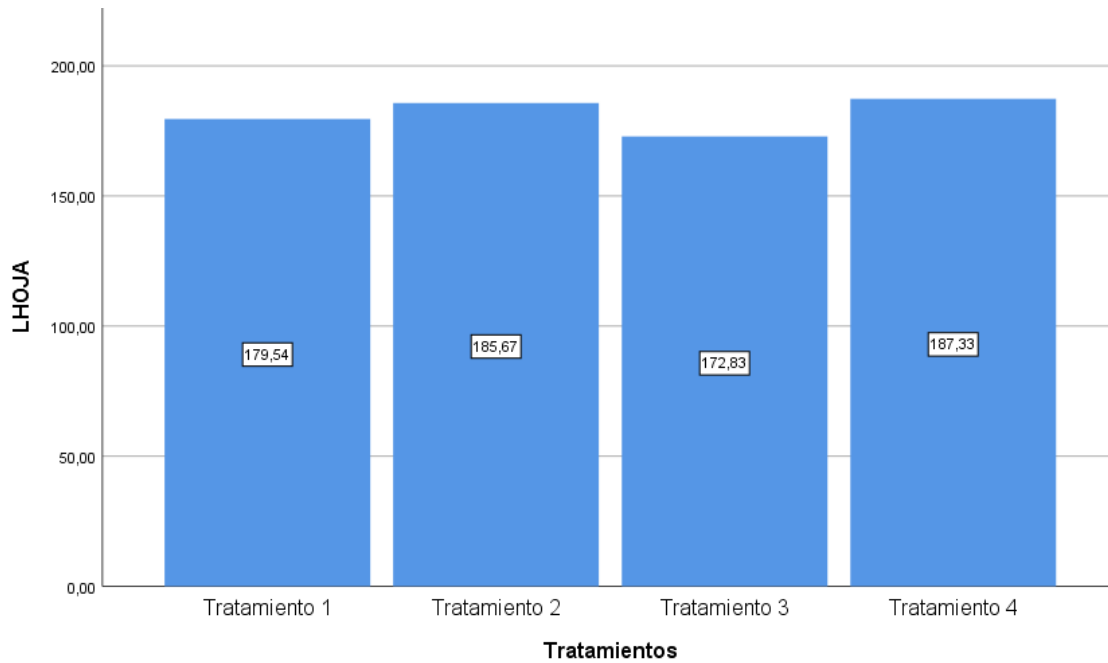


Figura. 4 Efecto de los tratamientos, sobre la variable largo de hoja.

Con objeto de tener una mejor comprensión, de la variación de los resultados obtenidos, se identificó que, para el ancho de la hoja, no existió diferencias significativas entre los tratamientos de subgrupos homogéneos, de acuerdo con la prueba de Tukey.

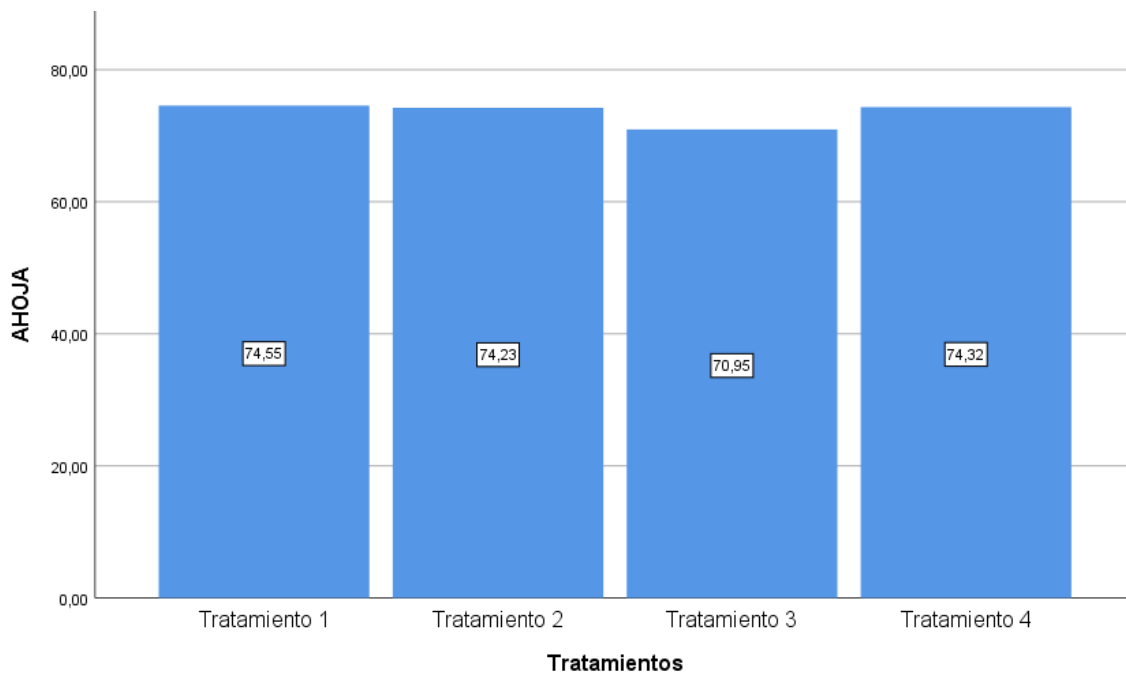


Figura. 5 Efecto de los tratamientos, sobre la variable ancho de hoja.

Con el fin de tener un mejor entendimiento, de la variación de los resultados obtenidos, se identificó que, para la variable peso del racimo, si existió diferencias significativas entre los tratamientos de subgrupos homogéneos, de acuerdo con la prueba de Tukey.

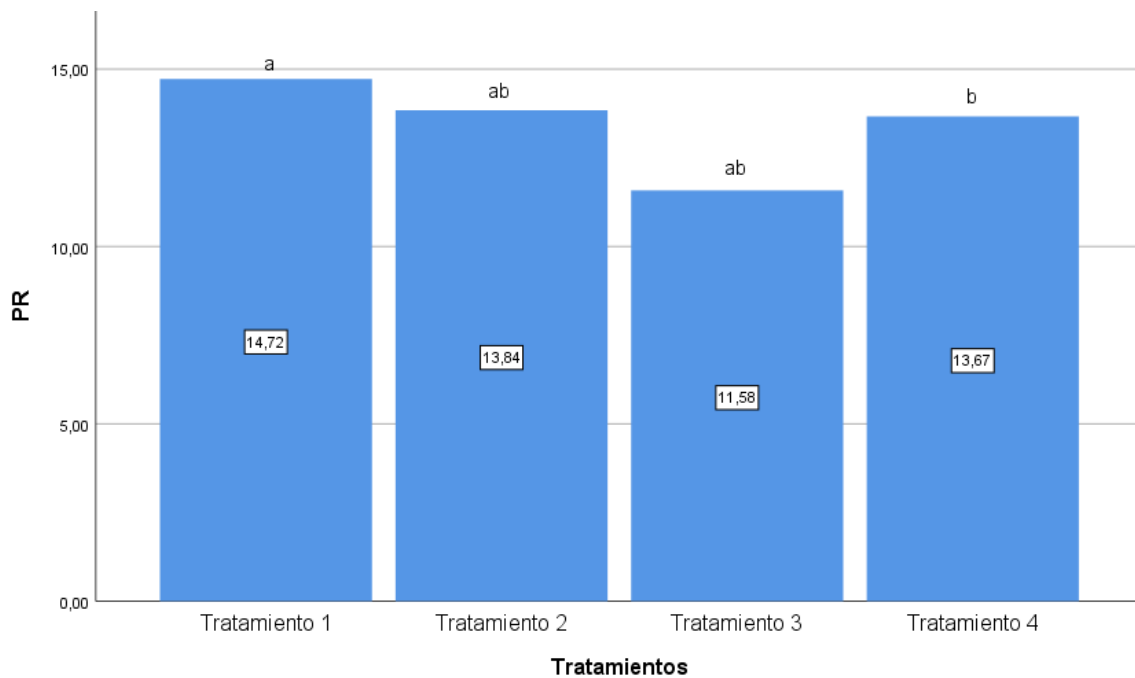


Figura. 6 Efecto de los tratamientos, sobre la variable peso del racimo.

El peso del racimo es considerado como una de las variables de producción más importante, debido a que se asocia a la rentabilidad de una finca bananera. El T1 (U+FS+SPMAG+EM), tuvo un mayor efecto sobre esta variable con 14,72 kilogramos, donde se incluían microorganismos beneficiosos. De allí que, aunque en otras variables no se evidencian cambios considerables, para esta variable sí, destacándose la importancia, de que se promueve la asimilación de los nutrientes por medio de la microbiota del suelo (Mwangi et al., 2013).

A fin de tener un mejor entendimiento, de la variación de los resultados obtenidos se identificó que, para la variable peso del raquis, no existió diferencias significativas entre los tratamientos de subgrupos homogéneos, de acuerdo con la prueba de Tukey.

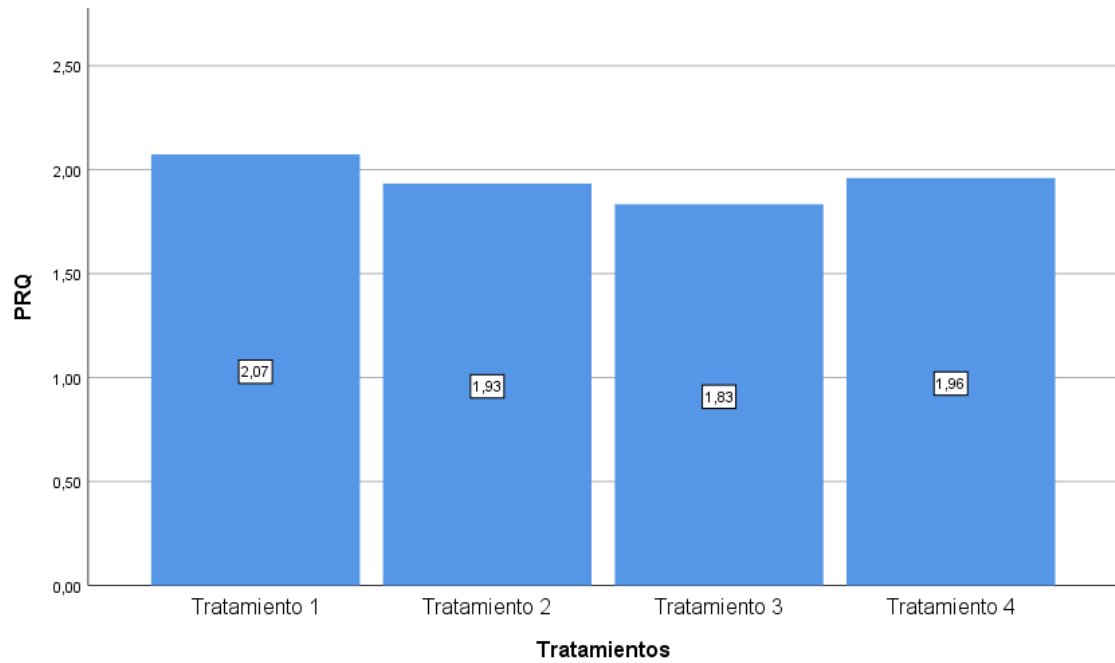


Figura. 7 Efecto de los tratamientos, sobre la variable peso del raquis.

Con la intención de tener un mejor entendimiento de la variación de los resultados obtenidos, se identificó que para, la variable altura del hijo, no existió diferencias significativas entre los tratamientos de subgrupos homogéneos, de acuerdo con la prueba de Tukey.

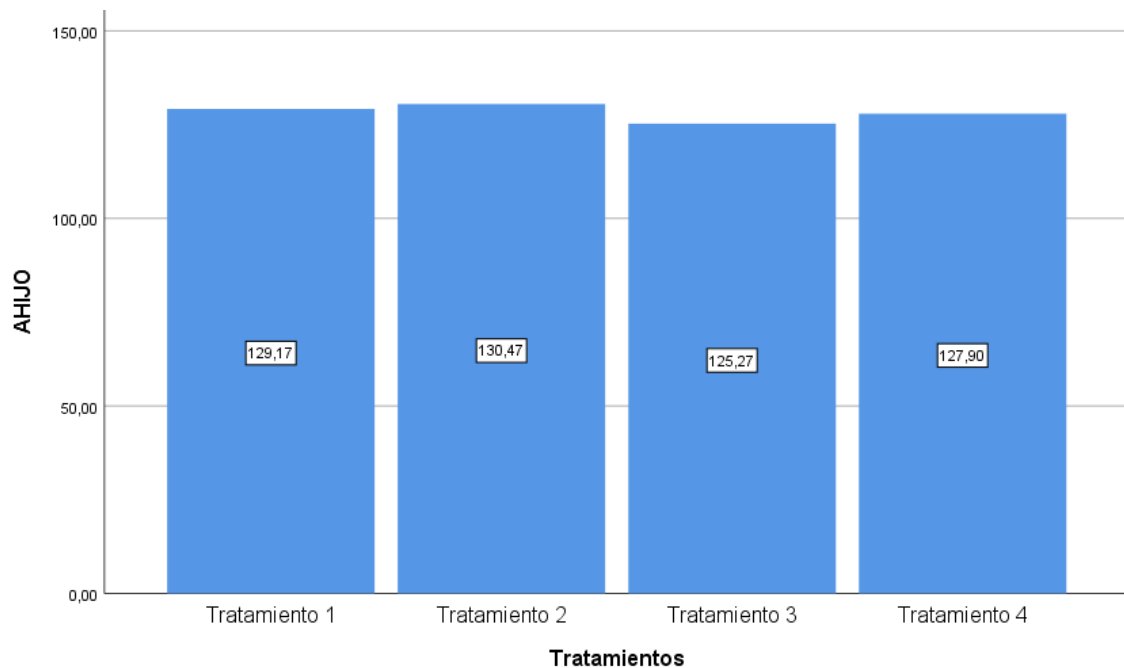


Figura. 8 Efecto de los tratamientos, sobre la variable altura del hijo.

Para una mejor comprensión de la variación de los resultados obtenidos, se identificó que, para la variable medición o calibre de la mano de sol, no existió diferencias entre los tratamientos de subgrupos homogéneos, de acuerdo con la prueba de Tukey.

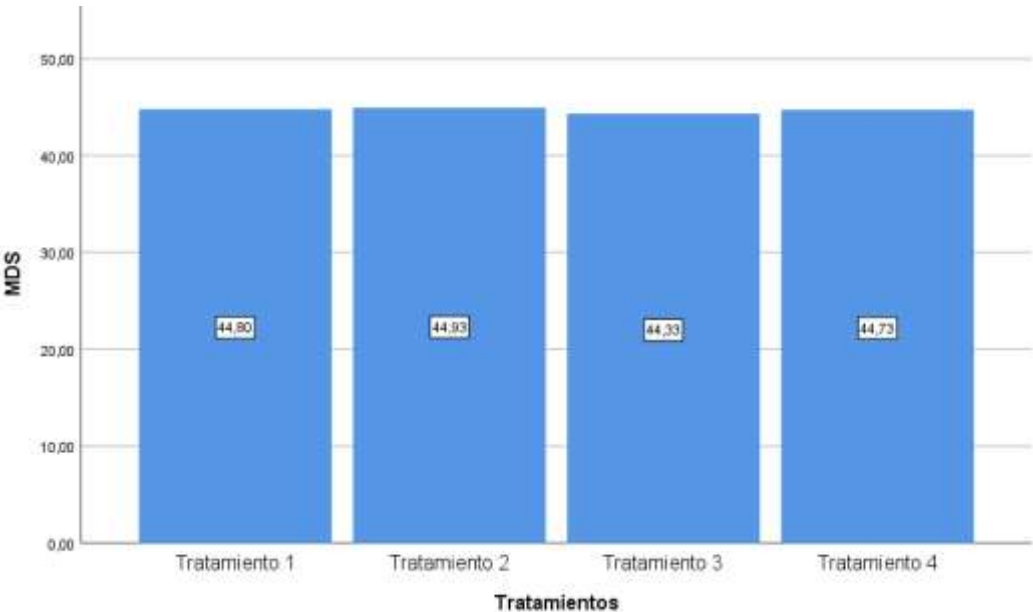


Figura. 9 Efecto de los tratamientos, sobre la variable calibre de la mano del sol.

Con la intención de obtener un mejor entendimiento de la variación de los resultados obtenidos, se identificó, que para la variable medición o calibre de la última mano del racimo, no existió diferencias entre los tratamientos de subgrupos homogéneos, de acuerdo con la prueba de Tukey.

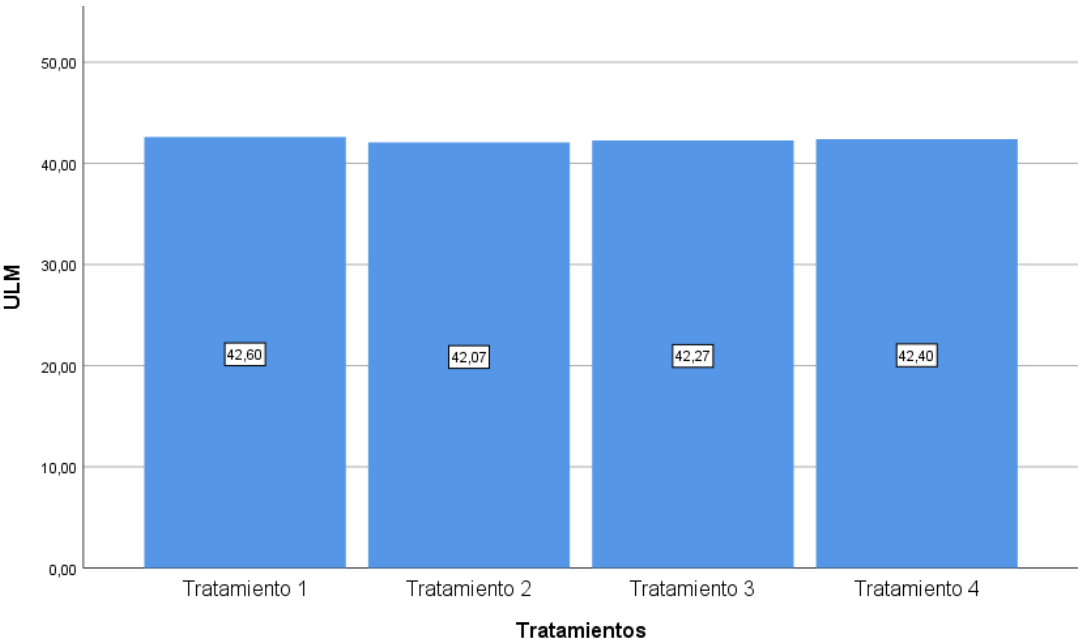


Figura. 10 Efecto de los tratamientos, sobre la variable calibre de la última mano.

Con objeto de tener un mejor entendimiento de la variación de los resultados obtenidos, se identificó que, para el peso de la mano del sol, si existió diferencias significativas entre los tratamientos agrupados, en cuatro subgrupos homogéneos, de acuerdo con la prueba de Tukey.

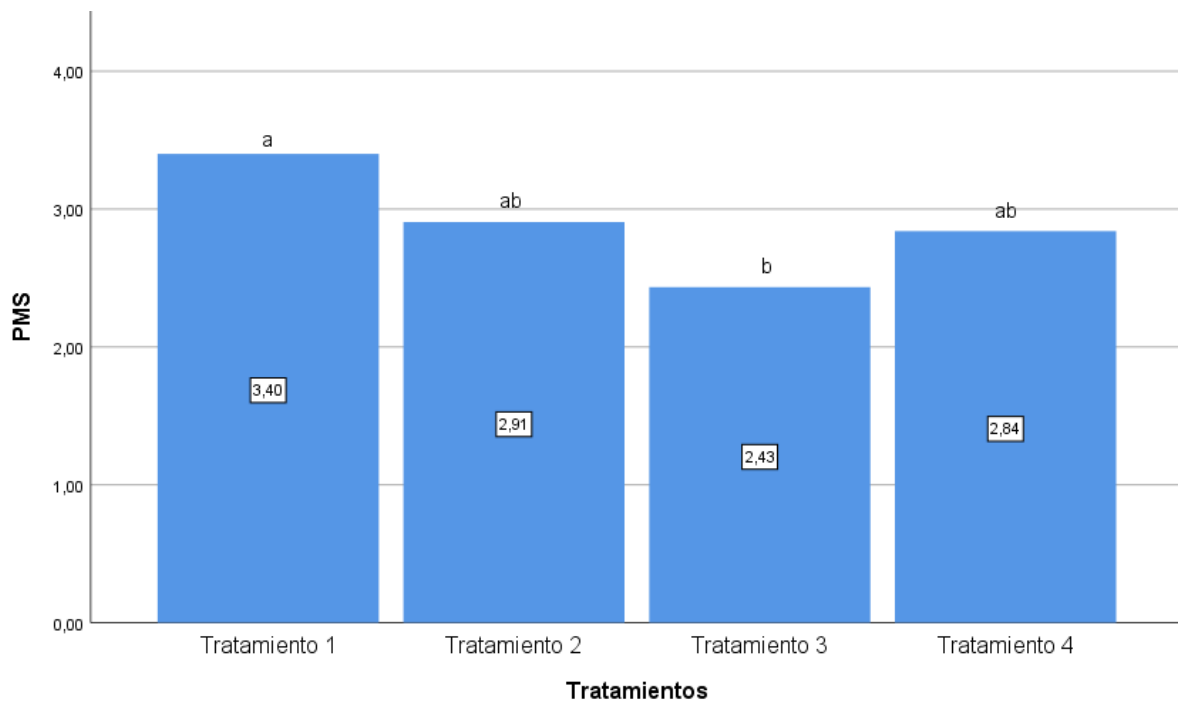


Figura. 11 Efecto de los tratamientos, sobre la variable peso de la mano del sol.

Evaluando el peso de la mano del sol, se evidenció que el tratamiento 1 (U+FS+SPMAG+EM) se destacó, con un valor promedio de 3,4 kg mostrando un comportamiento diferente al resto de tratamientos. La labor cultural en el manejo integrado, que influyó en el engrosamiento de la mano del sol, fue el deschive, ya que al eliminar las manos bajas del racimo, se incentiva al engrosamiento de las demás. La utilización de ME dentro del cultivo, han promovido el desarrollo vegetativo de la plantación, incrementando los rendimientos y que lleguen al grado necesario de acuerdo con la exigencia de la exportadora (Mwangi et al., 2013).

Con el fin de tener un mejor entendimiento de la variación de los resultados obtenidos se identificó que para el peso de la última mano del racimo existió diferencias significativas entre los tratamientos agrupados en cuatro subgrupos homogéneos de acuerdo con la prueba de Tukey.

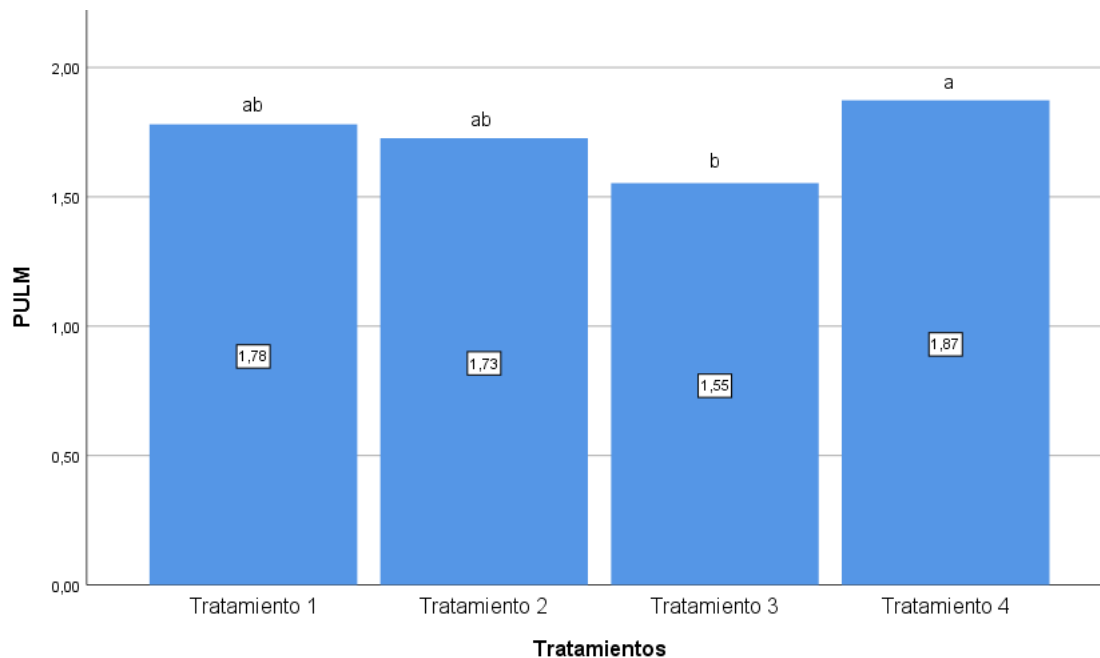


Figura. 12 Efecto de los tratamientos, sobre la variable peso de la última mano del racimo.

En el peso de la última mano del racimo, el tratamiento 4 (NA+FS+AGCOM+SPOMAG+EM), tuvo un mejor efecto con 1.87 kg, este tratamiento a diferencia de los otros tenía además de microorganismos eficientes, la utilización de Agacomplex que es un fertilizante orgánico, sirviendo como coadyuvante, para que se presenten estos cambios dentro de la variable productiva. El tratamiento 3 (NK+FS+AGCOM+SPOMAG), en todos los casos, presento el valor más bajo para las variables medidas de productividad. La labor cultural en el manejo integrado, que influyó en el engrosamiento de la última mano del racimo, fue el deschive, ya que al eliminar las manos bajas del racimo, se incentiva al engrosamiento de las demás. (Mwangi et al., 2013).

A fin de tener un mejor entendimiento, de la variación de los resultados obtenidos, se identificó que para la variable números de dedos de la mano del sol, no existió diferencias significativas entre los tratamientos de subgrupos homogéneos, de acuerdo con la prueba de Tukey.

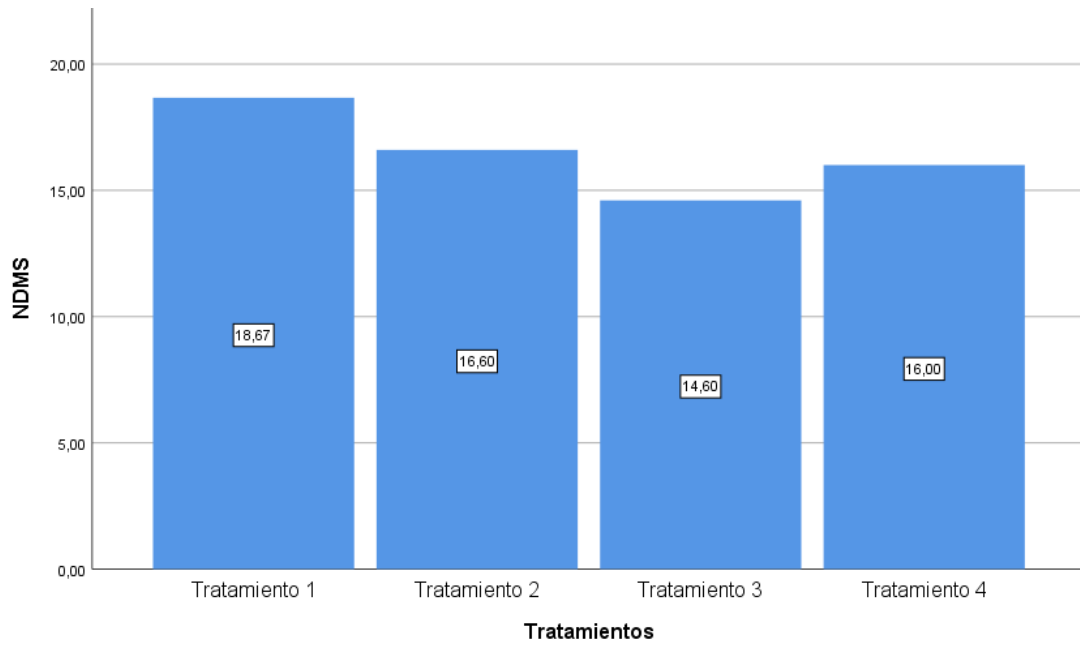


Figura. 13 Efecto de los tratamientos, sobre la variable número de dedos de la mano del sol.

Con el objeto de tener un mejor entendimiento de la variación de los resultados obtenidos, se identificó que, para la variable número de dedos de la última mano del sol, no existió diferencias significativas entre los tratamientos de subgrupos homogéneos, de acuerdo con la prueba de Tukey.

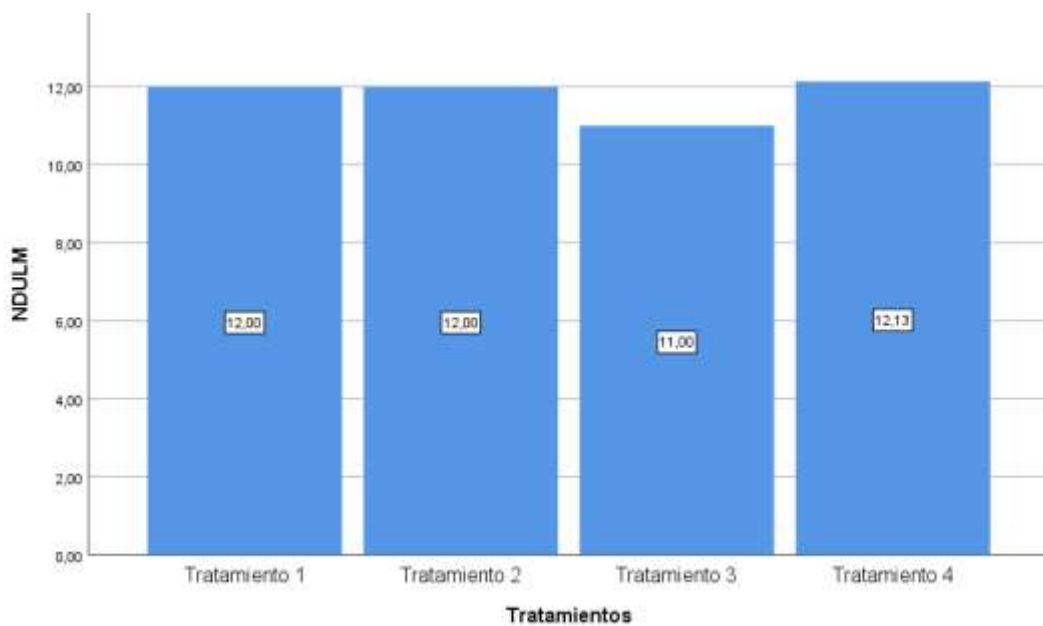


Figura. 14 Efecto de los tratamientos, sobre la variable número de dedos de la mano del sol.

Con la intención de tener un mejor entendimiento de la variación de los resultados obtenidos, se identificó, que para la variable número de manos del racimo, no existió diferencias significativas entre los tratamientos de subgrupos homogéneos de acuerdo con la prueba de Tukey.

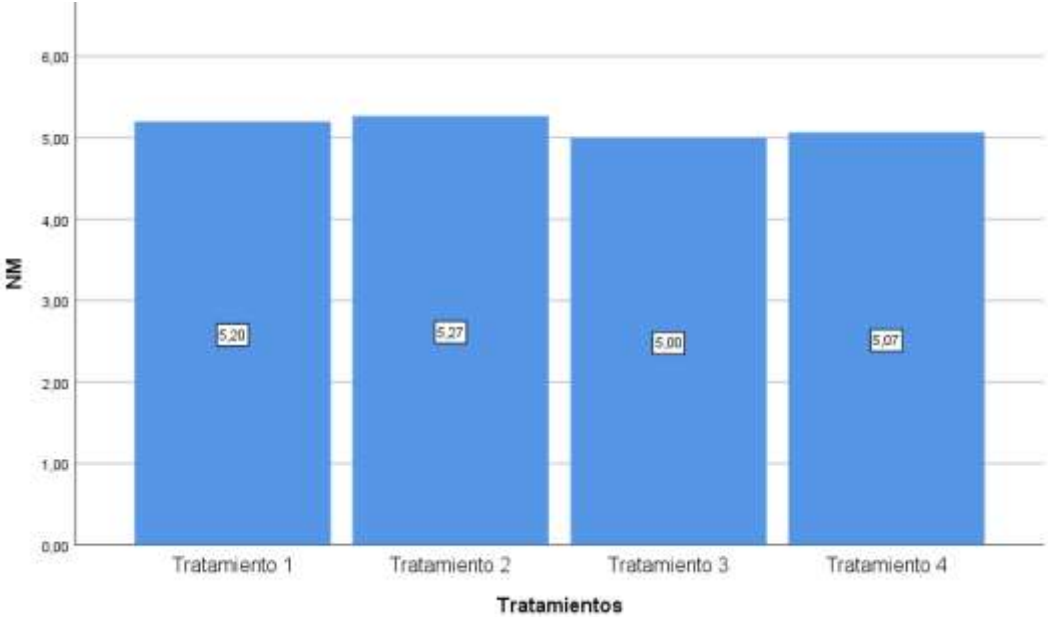


Figura. 15 Efecto de los tratamientos, sobre la variable número de manos del racimo.

A modo de tener un mejor entendimiento de la variación de los resultados obtenidos, se identificó que para la variable días a la aparición, no existió diferencias significativas entre los tratamientos de subgrupos homogéneos de acuerdo con la prueba de Tukey.

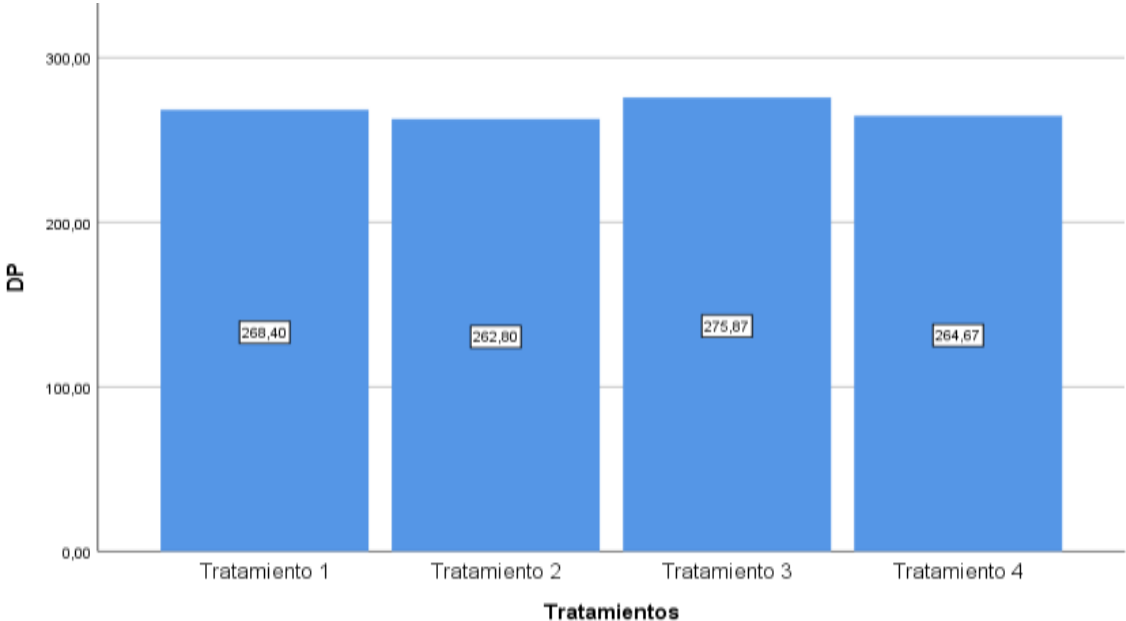


Figura. 16 Efecto de los tratamientos, sobre la variable días a la aparición.

Con la intención de obtener una mejor comprensión de la variación de los resultados obtenidos, se identificó, que para la variable días a la cosecha, no existió diferencias significativas entre los tratamientos de subgrupos homogéneos, de acuerdo con la prueba de Tukey.

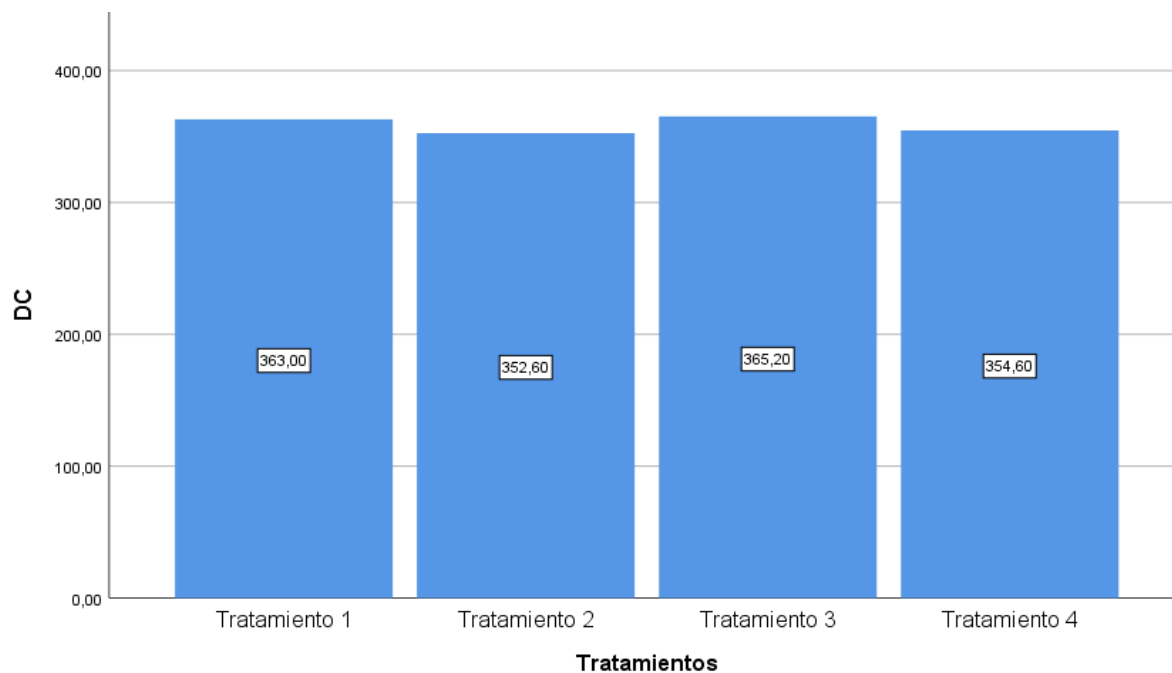


Figura. 17 Efecto de los tratamientos, sobre la variable días a la cosecha.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos del comportamiento agronómico del cultivar Grand Nain, el T4 (NA+FS+AGCOM+SPOMAG+EM), mostró resultados sobresalientes en las variables agronómicas evaluadas tales como: (ALT), (LHOJA), (AHOJA), (AHIJO), a excepción de las variables (EF), (DP) y (DC) que lo superó el tratamiento 1, donde se aplicó (U+FS+SPMAG+EM).

De acuerdo a los resultados obtenidos para las variables de producción (PR) y (PMS) el T1 fue el mejor, seguido del T4 que mostró las medias más altas para las variables (PRQ), (MDS), (PULM), (NDMS), (NDULM), y (NM).

Se demostró mediante la investigación, que el manejo integrado del cultivar de banano, influyó directamente en su comportamiento agronómico y productivo, destacándose que la utilización de microorganismos benéficos, intervienen en la asimilación de los nutrientes suministrados a la planta.

6. RECOMENDACIONES

Para futuros estudios, debido a que en la mayoría de variables, no se presentaron variaciones estadísticamente diferentes sugiero sea conveniente que en el diseño experimental se excluyan tratamientos variantes, y que el factor de estudio cambie solo a microorganismos eficientes obtenidos de manera tradicional y microorganismos de venta comerciales, con el fin de evaluar cuales son las diferencias que presentan los tratamientos entre sí. Dentro del estudio realizado, el tratamiento 1 con (U+FS+SPMAG+EM), y el tratamiento 4 con (NA+FS+AGCOM+SPOMAG+EM) presentaron diferencias numéricas que deben ser consideradas para futuros estudios, considerando que ambos tratamientos presentaron microorganismos eficientes.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd-Elgawad, M. M. (2020). Biological control agents in the integrated nematode management of potato in Egypt. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30(1), 1-13. RECUPERADO DE: <https://link.springer.com/article/10.1186/s41938-020-00325-x>
- Abd-Elgawad, M. M., & Askary, T. H. (2018). Fungal and bacterial nematicides in integrated nematode management strategies. *Egyptian journal of biological pest control*, 28(1), 1-24. RECUPERADO DE: <https://link.springer.com/article/10.1186/s41938-018-0080-x>
- Agüero-Alvarado, R., Rodríguez-Ruiz, A. M., González-Lutz, M. I., Portuguez-García, P., & Brenes-Prendas, S. (2018). Abundancia y cobertura de arvenses bajo manejo convencional y orgánico de café y banano. *Agronomía Mesoamericana*, 29(1), 91-100. RECUPERADO DE: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/28053>
- Aguilar-Ancota, R., Arévalo-Quinde, C. G., Morales-Pizarro, A., & Galecio-Julca, M. (2021). Hongos asociados a la necrosis de haces vasculares en el cultivo de banano orgánico: síntomas, aislamiento e identificación, y alternativas de manejo integrado. *Scientia Agropecuaria*, 12(2), 249-256. RECUPERADO DE: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/3548>
- Almutairi, M., Alsaleem, T., Al Herbish, H., Al Sayari, A. A., & Alowaiifeer, A. M. (2021). LC-MS/MS and GC-MS/MS analysis of pesticide residues in Ecuadorian and Filipino Cavendish bananas imported into Saudi Arabia. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 38(8), 1376-1385. RECUPERADO DE: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19440049.2021.1930199>
- Amador, M., Molina, D., Guillen, C., Parajeles, E., Jiménez, K., & Uribe, L. (2015). Utilización del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis atacamensis* cia-ne07 en el control del picudo del banano *Cosmopolites sordidus* en condiciones in vitro. *Agronomía*

- Costarricense, 39, 47-60. RECUPERADO DE:
<https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v39s1/0377-9424-ac-39-s1-00047.pdf>
- Ancy, T. K., & Kurien, S. (2000). Bunch stalk feeding of urea in banana *Musa* (AAB group) 'Nendran'. *Scientia horticulturae*, 84(1-2), 205-212. RECUPERADO DE:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423899001107>
- Bello-Bello, J. J., Cruz-Cruz, C. A., & Pérez-Guerra, J. C. (2019). A new temporary immersion system for commercial micropropagation of banana (*Musa* AAA cv. Grand Naine). *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 55(3), 313-320. RECUPERADO DE:
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11627-019-09973-7>
- Cadena, F. A., Ticona, C., & Mamani, E. (2021). Manejo de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella* *fijensis*) del banano (*Musa acuminata*) con la aplicación de la *Trichoderma* (*Trichoderma harziarum*). *Apthapi*, 7(3), 2242-2246. RECUPERADO DE:
<http://apthapi.agro.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/111>
- Carballosa, O. F., Pérez, I. M. E., Vilar, D. A., & Pérez, A. R. (2022). Mini instructivo técnico comunitario para la producción de plátanos y bananos en patios y parcelas (Original). *Redel. Revista Granmense de Desarrollo Local*, 6(1), 152-160. RECUPERADO DE:
<https://revistas.udg.co.cu/index.php/redel/article/view/2944/6118>
- Chen, M., Tang, Y., Zou, X., Huang, K., Huang, Z., Zhou, H., ... & Lian, G. (2020). Three-dimensional perception of orchard banana central stock enhanced by adaptive multi-vision technology. *Computers and Electronics in Agriculture*, 174, 105508. RECUPERADO DE:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169920302957>
- Drenth, A., & Kema, G. (2021). The vulnerability of bananas to globally emerging disease threats. *Phytopathology®*, PHYTO-07. RECUPERADO DE:

- Escudero, C. A., Calvo, A. F., Martínez, A. B., López, A. M., & Molina, A. (2021). Desenvolvimento de um sistema de classificação de imagem digital para suporte a assistência técnica na detecção de Sigatoka Negra. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 43(2). RECUPERADO DE: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PHYTO-07-20-0311-RVW>
- García Saltos, M. B., Juca Maldonado, F., & Juca Maldonado, O. M. (2016). Estudio de los eslabones de la cadena de valor del banano en la provincia de El Oro. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(3), 51-57. RECUPERADO DE: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/411>
- García, V. B., & Tomalá, D. G. (2019). Efecto de la aplicación de auxinas y calcio a las ultimas manos del racimo del banano para mejorar calibración y largo de dedos de la fruta. *Alternativas*, 20(3), 48-53. RECUPERADO DE: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7800846>
- Gonzalez, F., Kharrat, S., Rodríguez, C., Calvo, C., & Oehlschlager, A. (2019). Research paper (integrated management: insects) red palm weevil (*Rhynchophorus ferrugineus* Olivier): recent advances. *Arab J. Pl. Prot*, 37, 178-187. RECUPERADO DE: <https://ajpp.asplantprotection.org/wp-content/uploads/2021/04/V372-Pages-178-187-Paper-7.pdf>
- Guo, J., Duan, J., Li, J., & Yang, Z. (2020). Mechanized technology research and equipment application of banana post-harvesting: A review. *Agronomy*, 10(3), 374. RECUPERADO DE: <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/3/374>
- Hazarika, B. N., & Ansari, S. (2010). Effect of integrated nutrient management on growth and yield of banana cv. Jahaji. *Indian Journal of Horticulture*, 67(2), 270-273. RECUPERADO DE:

<https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijh&volume=67&issue=2&article=026&type=pdf>

Jones, D. R., & Daniells, J. W. (2019). Introduction to banana, abaca and enset. Handbook of diseases of banana, abacá and enset, 1-40. RECUPERADO DE: <https://cabidigitallibrary.org/doi/abs/10.1079/9781780647197.0001>

Kema, G. H., & Drenth, A. (2018). Achieving sustainable cultivation of bananas. Burleigh Dodds Science Publishing Limited. RECUPERADO DE: <https://biblio.iita.org/documents/S21InbkAmahOvercomingNothomDev.pdf-03433198c88e077a54884fc2f3a9d37e.pdf>

Lustriane, C., Dwivany, F. M., Suendo, V., & Reza, M. (2018). Effect of chitosan and chitosan-nanoparticles on post harvest quality of banana fruits. *Journal of Plant Biotechnology*, 45(1), 36-44. RECUPERADO DE: <https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO201811553398110.page>

Martínez, S. T., Guerrero, J. N. Q., & Batista, R. M. G. (2019). Determinación de la dosis óptima de biocarbón como enmienda edáfica en el cultivo de banano (*musa x paradisiaca* l.) clon Williams. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 134-141. RECUPERADO DE: <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/328>

Murmu, S. B., & Mishra, H. N. (2018). Post-harvest shelf-life of banana and guava: Mechanisms of common degradation problems and emerging counteracting strategies. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 49, 20-30. RECUPERADO DE: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.07.011>

Mustaffa, M. M., & Kumar, V. (2012). Banana production and productivity enhancement through spatial, water and nutrient management. *Journal of Horticultural Sciences*, 7(1), 1-28. RECUPERADO DE: <https://jhs.iihr.res.in/index.php/jhs/article/view/383>

- Ndlovu, P. F., Magwaza, L. S., Tesfay, S. Z., & Mphahlele, R. R. (2021). Rapid spectroscopic method for quantifying gluten concentration as a potential biomarker to test adulteration of green banana flour. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 262, 120081. RECUPERADO DE: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1386142521006582>
- Paz, R., & Pesantez, Z. (2013). Potencialidad del plátano verde en la nueva matriz productiva del Ecuador. *Yachana Revista Científica*, 2(2). RECUPERADO DE: <http://revistas.ulvr.edu.ec/index.php/yachana/article/view/47>
- Raphael, L., Recous, S., Ozier-Lafontaine, H., & Sierra, J. (2020). Fate of a ¹⁵N-labeled urea pulse in heavily fertilized banana crops. *Agronomy*, 10(5), 666. RECUPERADO DE: <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/5/666>
- Ríos, E. M. L., Guerrero, J. N. Q., & Batista, R. M. G. (2021). Drench: evaluación de aplicaciones mensuales de soluciones nutritivas en banano (*Musa X paradisiaca* L.) y sus efectos en la producción y calidad de fruto. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 141-152. RECUPERADO DE: <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/502>
- Serrano, L. A. L., Sisalima, M. F. A., Velásquez, N. A. B., & Pineda, Y. L. B. (2020). Ecuador: Análisis comparativo de las exportaciones de banano orgánico y convencional e incidencia en la Balanza Comercial, 2018. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 7(2), 38-46. RECUPERADO DE: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/7318>
- Scribano, F. R., Fontana, M. L., Luaces, P. A., & Cáceres, S. (2018). Efecto del embolsado y deschire del cultivo de banano (*Musa acuminata* Colla) sobre las poblaciones de trips (Thysanoptera: Thripidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 77(3), 14-21. RECUPERADO DE: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0373-56802018000300002

- Thangavelu, R., Loganathan, M., Arthee, R., Prabakaran, M., & Uma, S. (2020). Fusarium wilt: a threat to banana cultivation and its management. RECUPERADO DE: <https://cabidigitallibrary.org/doi/abs/10.1079/PAVSNNR202015004>
- Valladolid, M., Granda, C. A., & Sánchez, D. (2020). Enemigos naturales de trips y su distribución ecológica en banano *Musa sapientum* (C. Linneo, 1753). *Manglar*, 17(2), 119-126. RECUPERADO DE: <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/155>
- Vásquez-Castillo, W., Racines-Oliva, M., Moncayo, P., Viera, W., & Seraquive, M. (2019). Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de banano orgánico *Musa acuminata* en el Ecuador. *Enfoque UTE*, 10(4), 57-66. RECUPERADO DE: <https://doi.org/10.29019/enfoque.v10n4.545>
- Yumbya, P. M., Hutchinson, M. J., Ambuko, J., Owino, W. O., Sullivan, A., Paliyath, G., & Subramanian, J. (2018). Efficacy of hexanal application on the post-harvest shelf life and quality of banana fruits (*Musa acuminata*) in Kenya. *Tropical Agriculture*, 95(1). RECUPERADO DE: <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/57169/IDL-57169.pdf#page=22>
- Zambrano-Loyola, H., Barrezueta-Unda, C. S., Garcia-Batista, C. R. M., & Pérez, C. R. A. (2017). Poblaciones de *Frankliniella Parvula* en lotes cultivados con banano orgánico en La Peaña, provincia El Oro, Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 5(1), 86-92. RECUPERADO DE: <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/145>
- Ziedan, E. S. H., Hashem, M., Mostafa, Y. S., & Alamri, S. (2022). Management of Deleterious Effect of *Fusarium oxysporum* Associated with Red Palm Weevil Infestation of Date Palm Trees. *Agriculture*, 12(1), 71. RECUPERADO DE: <https://www.mdpi.com/2077-0472/12/1/71>

Zhiminaicela Cabrera, J. B., Quevedo Guerrero, J. N., & García Batista, R. M. (2020). La producción de banano en la Provincial de El Oro y su impacto en la agrobiodiversidad. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(3), 189-195. RECUPERADO DE: <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/327>

8. ANEXOS



Toma de muestras de suelo, para enviar al laboratorio a realizar análisis de suelo.

 AGROBIOLAB Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P. LABORATORIO DE ENSAYO, BAJO LA NORMA INTERNACIONAL ISO 17025 Baldumbide N49-204 y Luis Calisto Urb. Dammer 2 (El Inca) Telfs: (593-2) 241-2383 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador Página Web: www.grupoclinicagrícola.com E-mail: info@grupoclinicagrícola.com											
Datos del Cliente				Referencia		Interpretación					
Cliente : MANRIQUE TORO PACO Prop / Dir : PLANTILLA EXPER. BANANO GRANJA STA INES Cultivo : BANANO Ingreso : 05/07/2021 No. Lab. : Desde : 159423				No. Doc.: 54370 Emisión: 14/07/2021 Impreso: 14/07/2021 Página: 1 de 2		Textura Boul, S.W. 1973 Fco = Franco Arc = Arcilloso As = Arenoso Li = Limoso Are = Arena Fca = Franca		Elementos INIAP, Inf.Téc.1979 B = Bajo M = Medio S = Suficiente A = Alto E = Exceso		pH Knott, J.E. 1982 Ac = Acido LAc = Lig. Acido Pn = Prac. Neutro LAI = Lig. Alcalino Al = Alcalino	
**Ensayo : 12/07/2021 Hasta : 159423											
Nombre : M1, 2 meses No. Lab. : 159423 Profund (cm): 0-30 Arena % : 28.000 Arcilla % : 6.000 Limo % : 66.000 Clase Textural: FCO.LI.											
*pH	*C. E. mmhos/cm	*M. O. %	*NH4 ppm		P ppm	K meq/100ml	Ca meq/100ml	Mg meq/100ml	*Na meq/100ml		CICE meq/100ml
7.40 Pn	1.05B	1.66B	44.30M		19.80A ± 3.16	0.76M ± 0.13	19.65E ± 3.53	5.02S ± 0.85	0.60S		26.03A
Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	*B ppm	*S ppm	Fe/Mn R1	Ca/Mg R2	Mg/K R3	Ca+Mg/K R4		
3.50M ± 0.70	21.10M <L.C.	3.60B <L.C.	5.50M ± 2.09	1.73M	34.50S	5.86E	3.91A	6.60E	32.46E		

Análisis de suelo otorgado por la empresa AGROBIOLAB.



Extracción de plantación anterior de banano, para dar espacio a la nueva.



*Captura de microorganismos benéficos como el hongo *Beauveria bassiana* para su reproducción.*



Reproducción de microorganismos benéficos con melaza, en tanque de 1000 L.



Activación del Sistema de riego por aspersión dentro de la plantilla.



Aplicación de microorganismos benéficos, 1L por planta



Pesaje de tratamientos en las dosis recomendadas, para aplicar por planta.



Plantación de banano en su fase vegetativa.



Control de arvenses de forma manual (machete) en fase vegetativa



Aplicación de tratamientos dentro del área experimental por unidad de producción.



Deshije con palín dentro de la plantación de bananano.



Toma de coordenadas geográficas en GPS.



Medición del alto de la planta, utilizando un palo con cinta métrica.



Medición del largo de la tercera hoja, utilizando un palo con cinta métrica.



Medición del ancho de la tercera hoja, utilizando un palo en forma de (T) con cinta métrica.



Fase productiva de banano.



Enfunde



Deshoje de banano, utilizando podón.



Práctica de deschive en banano Grand Nain.



Colocación de daipas o cuello de monja.



Traslado de fruta de banano y pesaje del racimo.



Calibre de manos del racimo.



Separación de manos del raquis utilizando herramientas como el curvo y la cuchareta o espátula.



Pesaje por manos del racimo.