



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS
CARRERA AGROPECUARIA

Trabajo de integración Curricular previa
la obtención del Grado Académico de
Ingeniero Agropecuario.

Proyecto de Investigación

EFFECTO DE ABONOS ORGÁNICOS SOBRE LA PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DE
BANANO (*Musa x paradisiaca* L.) VARIEDAD GRAN WILLIAMS EN LA ZONA DE
QUEVEDO

Autor:

ALEXANDRO DEL PIERO PALMA MACÍAS

Director del Proyecto de Titulación

ING. FREDDY JAVIER GUEVARA SANTANA, M.SC.

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Alexandro Del Piero Palma Macías, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

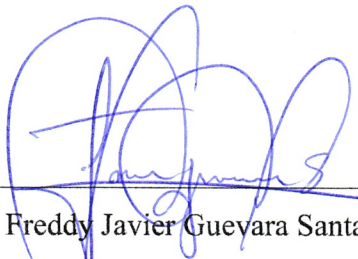
Alexandro Del Piero Palma Macías

C.I.: 1250163738



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. Freddy Javier Guevara Santana, M.Sc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el egresado **Alexandro Del Piero Palma Macías**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado **“EFECTO DE ABONOS ORGÁNICOS SOBRE LA PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DE BANANO (*Musa x paradisiaca* L.) VARIEDAD GRAND WILLIAMS EN LA ZONA DE QUEVEDO”**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



Ing. Freddy Javier Guevara Santana, M.Sc
Director del Proyecto de Investigación



CERTIFICADO DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

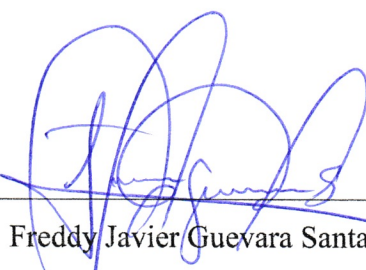
El suscrito **Ing. Freddy Javier Guevara Santana, M.Sc.** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de director del Proyecto de Investigación titulado **“EFECTO DE ABONOS ORGÁNICOS SOBRE LA PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DE BANANO (*Musa x paradisiaca* L.) VARIEDAD GRAN WILLIAMS EN LA ZONA DE QUEVEDO”**, perteneciente al egresado de la carrera de ingeniería Agropecuaria **Alexandro Del Piero Palma Macías**. **CERTIFICA:** el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 5%.

Document Information

Analyzed document	Tesis Del Piero Urkund (2).docx (0178147610)
Submitted	11/8/2021 6:10:00 PM
Submitted by	
Submitter email	fquevara@uteq.edu.ec
Similarity	5%
Analysis address	fquevara@uteq@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO / Tesis Gallardo Brillyth lunes final.docx	15
	Document Tesis Gallardo Brillyth lunes final.docx (0178146222)	
	Submitted by: fquevara@uteq.edu.ec Receiver: fquevara@uteq@analysis.arkund.com	
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO / MISE CHANALATA DANNY MANUEL AGRO.pdf	1
	Document MISE CHANALATA DANNY MANUEL AGRO.pdf (0127176889)	
	Submitted by: rgabon@uteq.edu.ec Receiver: rgabon@uteq@analysis.arkund.com	


Ing. Freddy Javier Guevara Santana, M.Sc
Director del Proyecto de Investigación



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS

CARRERA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

EFFECTO DE ABONOS ORGÁNICOS SOBRE LA PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DE BANANO (*Musa x paradisiaca* L.) VARIEDAD GRAN WILLIAMS EN LA ZONA DE QUEVEDO

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero agropecuario.

Aprobado por:

Dr. Godoy Montiel Luis Alberto

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Palma León Roxanna Patricia M.Sc.

INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

Ing. Heredia Rengifo Marco Gerardo M.Sc.

INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

MOCACHE – LOS RÍOS – ECUADOR

2023

AGRADECIMIENTO

Primero a Dios, por ser mi guía espiritual en esta larga travesía y siempre darme la fortaleza necesaria ante los momentos de adversidad.

Agradezco a mi familia, mis padres, mis hermanos y mi compañera de vida, por siempre apoyarme y creer en mí.

Agradezco especialmente a mi tutor, Ing. Freddy Javier Guevara Santana M.Sc, por su paciencia y predisposición en este complejo, pero fructífero camino.

Alexandro Del Piero Palma Macías

DEDICATORIA

A mis padres, hermanos y mi esposa que creyeron en mí y sobre todo para mi hijo que fue un impulso más para esta travesía para seguir adelante, gracias por no dejarme solo.

Atentamente,

Alexandro Del Piero Palma Macias

RESUMEN

La presente investigación describe el estudio del efecto de distintos abonos orgánicos (Humus, Gallinaza, Biol) y un abono completo y cuál es la influencia en plantaciones de banano (*Musa x paradisiaca* L.). La investigación fue realizada en la hacienda María Fernanda. Se planteó el objetivo de evaluar el efecto de los abonos orgánicos sobre la producción en el cultivo de banano (*Musa x paradisiaca* L.), variedad Gran Williams. Los tratamientos en estudio fueron: T1 (Humus) T2 (Gallinaza) T3 (Biol) T4 (Abono completo (Banano producción 18-6-28-2MgO-2S)) y T5 (Control), se utilizó un diseño completo al azar (DCA) con un análisis de varianza y la prueba Tukey al 95% de confianza. Como variables se evaluaron altura de plantas, diámetro del pseudotallo, número de hojas, número de manos del racimo, número de dedos del racimo, peso del racimo y ratio. Dentro de los tratamientos el que mejores resultados brindo en cada una de las variables fue el T4 con valores medios de 3,41 m en altura de plantas, 71, 35 cm en diámetro del pseudotallo, 10 números de hojas, 11 números de manos, 40 número de dedos, un peso de racimo de 22,60 kg y un ratio de 1,13. Entre los abonos orgánicos el tratamiento que mejores resultados obtuvo fueron el T2 (Gallinaza) y el T3 (Biol).

Palabras claves: Barrenador, Calibración, Exportación, Fertilización, Humus

ABSTRACT

The present research describes the study of the effect of different organic fertilizers (Humus, Gallinaza, Biol) and a complete fertilizer and their influence on banana plantations (*Musa x paradisiaca* L.). The research was conducted at Hacienda María Fernanda. The objective was to evaluate the effect of organic fertilizers on banana cultivation (*Musa x paradisiaca* L.), Gran Williams variety. The treatments under study were: T1 (Humus), T2 (Gallinaza), T3 (Biol), T4 (Complete fertilizer (Banana production 18-6-28-2MgO-2S)), and T5 (Control). A completely randomized design (CRD) was used with analysis of variance and Tukey's test at a 95% confidence level. The evaluated variables included plant height, pseudostem diameter, number of leaves, number of hands in the bunch, number of fingers in the bunch, bunch weight, and ratio. Among the treatments, T4 provided the best results for each of the variables, with average values of 3.41 m in plant height, 71.35 cm in pseudostem diameter, 10 numbers of leaves, 11 numbers of hands, 40 numbers of fingers, a bunch weight of 22.60 kg, and a ratio of 1.13. Among the organic fertilizers, treatments T2 (Gallinaza) and T3 (Biol) yielded the best results.

Keywords: Borer, Calibration, Export, Fertilization, Humus.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
TABLA DE CONTENIDO	x
Código Dublín	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	1
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. Problema de investigación	4
1.1.1. Planteamiento del problema	4
1.1.2. Formulación del Problema.....	5
1.1.3. Sistematización del Problema.....	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo General	6
1.2.2. Objetivos Específicos	6
1.3. Justificación.....	7
CAPITULO II.....	3
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	3
2.1. Marco Conceptual	9
2.1.1. Banano.....	9
2.1.2. Dosis.....	9
2.1.3. Abonos Orgánicos	9
2.1.4. Biol	9

2.1.5. Humus.....	9
2.1.6. Gallinaza.....	10
2.2. Marco Referencial	10
2.2.1. Generalidades del Banano	10
2.2.2. Morfología del Banano.....	12
2.2.4. Requerimientos Nutricionales del Cultivo de Banano	15
2.2.5. Abonos Orgánicos	16
2.2.6. Abono Completo Fertibanano (18-6-28-2MgO-2S).....	18
2.2.7. Tipos de Abonos Orgánicos	18
2.2.8. Propiedades de los Abonos Orgánicos	20
2.2.9. Productos a Utilizar	21
2.2.10. Investigaciones Relacionadas al Tema	23
CAPITULO III	7
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	7
3.1 Localización	27
3.2. Tipo de la Investigación	27
3.3. Métodos de Investigación.....	27
3.4. Fuente de Recopilación de Información.....	28
3.5. Diseño de la Investigación.....	28
3.5.1. Factores De Estudio.....	28
3.5.2. Tratamientos	28
3.5.3. Diseño Experimental	29
3.6. Instrumentación de Investigación.....	29
3.6.1. Manejo del experimento	29
3.6.2. Variables Evaluadas.....	30
3.7. Tratamiento de los Datos.....	31
3.8. Recursos Humanos y Materiales	31
3.8.1. Insumos.....	31
3.8.2. Equipos y materiales.....	31

CAPITULO IV	3
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	3
4.1. Interpretación de los resultados obtenidos.....	34
4.1.1. Altura de planta (m).....	34
4.1.2. Diámetro del pseudotallo (cm)	35
4.1.3. Número de hojas.....	36
4.1.4. Número de manos por racimo	37
4.1.5. Número de dedos por racimo	38
4.1.6. Peso del racimo (Kg)	39
4.1.7. Ratio	40
CAPITULO V	3
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	3
5.1. Conclusiones.....	42
5.2. Recomendaciones	43
CAPITULO VI	43
BIBLIOGRAFÍA.....	43
6.1. Bibliografía.....	45
CAPITULO VII.....	46
ANEXOS	46
7.1. Anexos	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Taxonomía del cultivo de banano.....	11
Tabla 2 Condiciones meteorológicas de Hacienda María Fernanda	27
Tabla 3 Tratamientos en estudio.....	28
Tabla 4 Esquema de análisis de varianza	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Producción de banano (miles de Tm) en el Ecuador 2020	14
Figura 2 Efecto de los tratamientos en la altura de las plantas de banano	34
Figura 3 Efecto de los tratamientos en el diámetro del pseudotallo de plantas de banano	35
Figura 4 Efecto de los tratamientos en el número de hojas en plantas de banano	36
Figura 5 Efecto de los tratamientos en el número de manos en plantas de banano	37
Figura 6 Efecto de los tratamientos en el número de dedos en plantas de banano.....	38
Figura 7 Efecto de los tratamientos en el peso del racimo en plantas de banano.....	39
Figura 8 Efecto de los tratamientos en el ratio del racimo en plantas de banano.....	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Análisis de varianza Altura de planta 30 días (m)	51
Anexo B. Análisis de varianza Altura de planta 60 días (m)	51
Anexo C. Análisis de varianza Altura de planta 90 días (m)	51
Anexo D. Análisis de varianza Diámetro del pseudotallo 30 días (cm).....	52
Anexo E. Análisis de varianza Diámetro del pseudotallo 45 días (cm).....	52
Anexo F. Análisis de varianza Diámetro del pseudotallo 60 días (cm)	52
Anexo G. Análisis de varianza Número de hojas	53
Anexo H. Análisis de varianza Número de manos	53
Anexo I. Análisis de varianza Número de dedos	53
Anexo J. Análisis de varianza Peso del racimo	54
Anexo K. Análisis de varianza Ratio	54

Código Dublín

Título	EFFECTO DE ABONOS ORGÁNICOS SOBRE LA PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DE BANANO (<i>MUSA X PARADISIACA</i> L.) VARIEDAD GRAN WILLIAMS EN LA ZONA DE QUEVEDO
Autora:	Alexandro Del Piero Palma Macia
Palabras claves	Barrenador, Calibración, Exportación, Fertilización, Humus
Fecha de publicación:	2023
Editorial:	Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas. Carrera de Agropecuaria.
Resumen	La presente investigación describe el estudio del efecto de distintos abonos orgánicos (Humus, Gallinaza, Biol) y un abono completo y cuál es la influencia en plantaciones de banano (<i>Musa x paradisiaca</i> L.). La investigación fue realizada en la hacienda María Fernanda. Se planteó el objetivo de evaluar el efecto de los abonos orgánicos sobre la producción en el cultivo de banano (<i>Musa x paradisiaca</i> L.), variedad Gran Williams. Los tratamientos en estudio fueron: T1 (Humus) T2 (Gallinaza) T3 (Biol) T4 (Abono completo (Banano producción 18-6-28-2MgO-2S)) y T5 (Control), se utilizó un diseño completo al azar (DCA) con un análisis de varianza y la prueba Tukey al 95% de confianza (...)
Abstracto	The present research describes the study of the effect of different organic fertilizers (Humus, Gallinaza, Biol) and a complete fertilizer and their influence on banana plantations (<i>Musa x paradisiaca</i> L.). The research was conducted at Hacienda María Fernanda. The objective was to evaluate the effect of organic fertilizers on banana cultivation (<i>Musa x paradisiaca</i> L.), Gran Williams variety. The treatments under study were: T1 (Humus), T2 (Gallinaza), T3 (Biol), T4 (Complete fertilizer (Banana production 18-6-28-2MgO-2S)), and T5 (Control). A completely randomized design (CRD) (...)
Descripción:	69 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162
URL:	(En blanco hasta cuando se disponga los repositorios)

INTRODUCCIÓN

Musa x paradisiaca L. es el principal producto de exportación de muchos países, ya que sustenta gran parte de la economía, por ingreso de divisas (1). La FAO reporta que existen alrededor de 100 países de las regiones tropicales y subtropicales que se dedican al cultivo de esta planta, cuya área aproximada de cultivos es de 10 millones de hectáreas (2).

A nivel latinoamericano, la presencia de este cultivo se da principalmente en países como Ecuador, Colombia y Brasil. Su evolución es favorable debido al constante crecimiento de áreas cultivadas de este cultivo, mejoramiento de variedades, semillas y calidad de fruto (3); por tal razón, la actividad bananera ha tenido una significativa evolución desde las concepciones de la revolución verde hasta llegar a los más actualizados, donde se fomentan las prácticas agrícolas amigables con el medio social y ambiental para lograr una sostenibilidad de la producción (4).

Ecuador goza de condiciones climáticas excepcionales que, conjuntamente con la riqueza del suelo, han permitido que el país se convierta en uno de los principales exportadores de este rubro agrícola (5), aportando el 2% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional, y el 26% del PIB agrícola (6) y siendo el quinto mayor productor después de la India, China, Indonesia y Brasil (7).

Según los últimos datos registrados en la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (2020), hasta el año 2020, la superficie plantada de banano a nivel nacional fue de 165.080 hectáreas. La producción se concentró en la provincia de Los Ríos con el 41.43% (8). Los elementos del clima y la geografía favorecen la cultivación de esta fruta en el país durante todas las estaciones. El banano Incluso antes de la explotación petrolera, el banano era el primer generador de ingresos de divisas (1).

Dada la importancia económica del banano a nivel mundial y especialmente para el país, se debe garantizar un producto de óptima calidad. Ruiz y Ureña (9) afirman que los consumidores e importadores de banano son exigentes en cuanto a la calidad y requieren que estos productos ingresen libres de contaminación y residuos químicos que representen un riesgo para el organismo, siendo esta la condición que posee la fruta ecuatoriana, ya que los agricultores no utilizan medidas adecuadas en el manejo de los fertilizantes químicos existentes.

La favorable situación climática y ecológica en nuestro país ha posibilitado que productores de diferentes escalas puedan llevar a cabo el cultivo de bananas y plátanos, contribuyendo así al suministro global de estos productos durante todo el año, si bien los fertilizantes químicos aumentan la producción de alimentos, los efectos negativos en el medio ambiente son indiscutibles, razón por la cual se debe buscar alternativas haciendo énfasis en el uso de abonos orgánicos que minimicen estos riesgos.

Los abonos orgánicos son fuente microbiana para el suelo, necesaria en la nutrición de plantas, se obtienen de degradación y mineralización de materiales orgánicos, estiércoles de diferentes animales, desechos de la cocina, residuos de cosechas, entre otros (10); resultandos útiles para el desarrollo de la presente investigación, mediante la aplicación de distintos abonos orgánicos en una plantación de banano de la zona de Quevedo.

Por lo anteriormente mencionado se hace necesario probar diferentes tipos de fertilización de mezclas físicas para poder tener más opciones al momento de programar actividades sobre los ciclos de fertilización.

CAPITULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad, se observan consecuencias negativas en la agricultura de la región de Quevedo, ubicada en la provincia de Los Ríos. Estas consecuencias son resultado del exceso en la utilización de fertilizantes químicos en las plantaciones de banano, que es una actividad agrícola que depende en gran medida de la aplicación constante de estos productos químicos para su óptimo crecimiento.

Los efectos derivados de este uso excesivo de fertilizantes químicos son claramente evidentes. La producción agrícola ha experimentado una disminución drástica, lo cual a su vez ha provocado un deterioro en la calidad de los suelos donde se desarrollan las plantaciones. Además, estos suelos se encuentran expuestos a niveles significativos de contaminación debido a la aplicación de fertilizantes altamente tóxicos tanto para el medio ambiente como para la salud humana.

Otro factor que contribuye a esta problemática es la falta de conocimiento por parte de los agricultores en relación con el uso adecuado de los fertilizantes químicos. Esto se refleja en la falta de seguimiento de las dosis recomendadas para los productos utilizados en las plantaciones.

Diagnóstico

Actualmente, se están buscando nuevos productos en la agricultura, que sean totalmente naturales, capaces de otorgar al suelo los requerimientos que necesitan para poder incrementar la producción agrícola y que genere mayor rentabilidad, evitando la contaminación del medio ambiente; sin embargo, la falta de asesoramiento técnico y el interés de los agricultores, limita la implementación de este tipo de abonos, desaprovechando su uso en la actividad bananera de la zona.

Pronóstico

El uso de abonos orgánicos son de gran importancia tanto para el cultivo como para el medio ambiente y la salud humana, ya que el uso de estos promueve a una agricultura mas saludable donde el cultivo tiene una gran variedad de beneficios entre los que destaca que el fruto no tenga ningún tipo de problemas por agentes tóxicos que perjudican a la salud humana, por lo que al estar libres de estos se obtendrá un fruto de mayor calidad, adicional a esto el uso de abonos orgánicos promueve el cuidado del medio ambiente gracias al menor uso de fertilizantes sintéticos.

1.1.2. *Formulación del Problema*

En base a la problemática se plantea las siguientes directrices:

¿Cómo incide la aplicación de abonos orgánicos sobre la producción del cultivo del banano (*Musa x paradisiaca* L.), variedad Gran Williams?

1.1.3. *Sistematización del Problema*

¿Qué efectos presentan los distintos tipos de abonos orgánicos en el cultivo del banano?

¿Qué abono orgánico proporciona un máximo rendimiento en la producción contribuyendo a que esta se distribuya en los mercados internos y externos con un enfoque diferente?

¿Cuál de los tratamientos en estudio es óptimo para el desarrollo del cultivo?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de los abonos orgánicos sobre la producción en el cultivo de banano (*Musa x paradisiaca* L.), variedad Gran Williams.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar los parámetros fenológicos en el cultivo de Banano, bajo el efecto de los abonos orgánicos.
- Determinar cuál de los tratamientos influye en las variables productivas en el cultivo de Banano.
- Identificar el tratamiento óptimo para el cultivo

1.3. Justificación

El Ecuador lidera la exportación de banano, siendo este su principal producto agrícola destinado a la exportación, y se posiciona entre los cuatro cultivos más destacados a nivel global, después del arroz, trigo y maíz (1). El país goza de condiciones climáticas favorables y suelos ricos que han contribuido a su papel como destacado exportador de este fruto.

Dada su alta demanda y su lugar esencial en la dieta de la población, el banano es consumido diariamente y forma parte integral de la alimentación. Incluso, es común que se cocine y consuma al menos una vez a la semana.

Por lo tanto, este proyecto tiene como objetivo reemplazar los fertilizantes químicos en el cultivo de plátano mediante la aplicación de fertilizantes orgánicos. La finalidad es mejorar tanto la productividad agrícola, generando beneficios económicos, como las condiciones de los suelos que se han degradado debido al uso excesivo de fertilizantes químicos. Este enfoque promueve el desarrollo sostenible y beneficia a dos elementos cruciales en el ciclo vital: los seres humanos y la tierra.

CAPITULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual

2.1.1. *Banano*

El banano es una fruta que forma parte del género *Musa*, y los cultivares comerciales predominantes son triploides, muy poco fértiles, partenocárpicos y se propagan asexualmente (11).

2.1.2. *Dosis*

La cantidad de producto que debemos utilizar por unidad de superficie se denomina dosis de fertilizante. Esta cantidad se calcula con el fin de obtener los resultados óptimos deseados y cumplir con los objetivos de eficacia y sostenibilidad (12).

2.1.3. *Abonos Orgánicos*

Los fertilizantes de origen orgánico son aquellos productos derivados de excrementos o desechos de animales y plantas. Esto abarca una amplia gama de materiales, como el guano, los restos de cultivos, los abonos verdes (leguminosas que se plantan y se entierran durante la floración), así como los residuos de diversas industrias, como la aceitera, la vitivinícola y la caña de azúcar, entre otros (13).

2.1.4. *Biol*

El Biol es el producto que se obtiene mediante la fermentación de estiércol y agua, a través de la descomposición y cambios químicos de materiales orgánicos en un entorno sin oxígeno (anaerobio) (14).

2.1.5. *Humus*

La palabra "humus" se utiliza para describir una sustancia compuesta por componentes orgánicos de naturaleza coloidal, los cuales se forman como resultado de la descomposición de materiales orgánicos por la acción de organismos y microorganismos, incluyendo bacterias y hongos (15).

2.1.6. Gallinaza

La gallinaza es una combinación de las heces y la orina de gallinas enjauladas, a la cual se le agrega la porción no digerible del alimento, células de la mucosa del tracto digestivo, productos de las glándulas, microorganismos de la flora intestinal, una variedad de minerales, plumas y un pequeño porcentaje de partículas extrañas (16).

2.2. Marco Referencial

2.2.1. Generalidades del Banano

El banano pertenece a la familia de las musáceas, una clasificación que se encuentra dentro de la clase Monocotiledóneas y el orden Zingiberales. La familia Musaceae comprende los géneros *Musa* y *Ensete*. El género *Musa* se divide en cuatro secciones: *Australimusa*, *Callimusa*, *Rhodochlamys* y *Eumusa*. En esta última sección se encuentran las especies *M. acuminata* y *M. balbisiana* (1).

Es muy probable que el origen del plátano se encuentre en la región del Indo-Pacífico, donde se cultiva desde hace miles de años. Desde Indonesia, se propagó hacia el sur y el oeste, llegando a lugares como Hawái y Polinesia. Aproximadamente en el siglo III a.C., los comerciantes europeos trajeron noticias de esta planta a Europa, aunque su introducción efectiva en el continente europeo no tuvo lugar hasta el siglo X (17).

Existe otra teoría que sugiere que el plátano tiene una historia que se remonta alrededor del año 650 a.C. Se cree que fue utilizado en el sur de Asia y en las regiones mediterráneas, donde se encontraron los primeros cultivos de esta fruta. No obstante, algunos antropólogos argumentan que es probable que el plátano comestible tenga su origen en los trópicos húmedos del sur de Asia, incluyendo países como India, Birmania, Camboya y partes del sur de China (18).

Por otro lado, Tumbaco (19) señala que, dada la relevancia de este cultivo, es esencial desarrollar herramientas fiables que permitan a los agricultores gestionar su cultivo de forma efectiva y rentable, comenzando por la elección del método de propagación adecuado. Respecto a esto, Mendoza (20) afirma que la obtención de plántulas de banano es factible a través de varios métodos de multiplicación, siendo los más comunes la regeneración natural,

la micropropagación y la macropropagación. Sin embargo, en el país, los agricultores enfrentan el desafío de la escasez de materiales de reproducción en condiciones óptimas, lo que limita de manera significativa el desarrollo de las diferentes plantaciones de plátano, incluyendo variedades como el maqueño, tal como indican Canchignia *et al.* (21)

2.2.1.1. Taxonomía.

Según Nadal (22), la clasificación taxonómica de (*Musa x paradisiaca* L.) es la siguiente:

Tabla 1

Taxonomía del cultivo de banano

	Taxonomía
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Genero	<i>Musa</i>
Especie	<i>M. paradisiaca</i>

Fuente: (22)

2.2.1.2. Importancia Nutricional.

El banano es un alimento altamente nutritivo y de fácil digestión que es adecuado para personas de todas las edades. Es considerado una de las frutas más ricas en nutrientes y es especialmente popular entre los niños debido a su sabor agradable. El banano contiene una variedad de vitaminas, incluyendo A, B, C y E, así como minerales como calcio, magnesio, silicio, fósforo, azufre, hierro y sodio. Lo que lo hace destacar aún más es su contenido de vitamina B6, ácido fólico y potasio, lo que lo convierte en un alimento ideal para los deportistas como parte esencial de una dieta equilibrada (23).

2.2.2. Morfología del Banano

2.2.2.1. Tallo.

El tallo real del banano es un rizoma subterráneo grande y almacena almidón. En la parte superior de este rizoma, surgen brotes una vez que la planta ha florecido y producido frutos. A medida que cada brote del rizoma madura, su yema terminal se convierte en una inflorescencia, que es empujada hacia arriba desde el suelo debido a la extensión del tallo hasta que finalmente emerge por encima del seudotallo (24).

2.2.2.2. Rizoma.

El rizoma es un tronco subterráneo que contiene múltiples puntos de crecimiento conocidos como meristemas. Estos meristemas son responsables de la formación de los seudotallos, las raíces y las yemas vegetativas de la planta (24).

2.2.2.3. Hojas.

El proceso comienza en el punto de crecimiento central o meristemo terminal, ubicado en la parte superior del rizoma. En primera instancia, se observa la formación del pecíolo y la nervadura central, que culmina en un filamento donde se desarrollará la envergadura trasera. La parte nervada se alarga, y el lado izquierdo comienza a superponerse sobre el derecho, incrementando su altura y dando forma a las extremidades medias (25).

La hoja del banano se origina en el seudotallo y se desenrolla como un cigarro. Son hojas grandes, de color verde, dispuestas en espiral, con un ancho de 2 a 4 metros y una longitud de hasta 1,5 metros. El pecíolo mide 1 metro o más de largo y la lámina es de forma alargada y elíptica, con una ligera estrechez hacia el pecíolo y una leve ondulación en los bordes (25).

2.2.2.4. Flores.

El banano presenta flores de tonalidad amarillenta con formas irregulares, cada una de ellas con seis estambres, de los cuales uno es estéril y se reduce a un estaminodio que tiene la apariencia de un pétalo. En cuanto al gineceo, se compone de tres pistilos con un ovario

inferior. Toda la estructura de la inflorescencia, incluyendo las brácteas, constituye la parte comestible del banano. Cada grupo de flores en un racimo, que se encuentra envuelto por una bráctea, forma lo que se conoce como una "mano" de frutas, y en su interior puede haber de 3 a 20 frutas. Un racimo no puede contener más de 4 manos, a menos que se trate de variedades excepcionalmente prolíficas, que pueden llegar a tener de 12 a 14 manos (25).

2.2.2.4. Fruto.

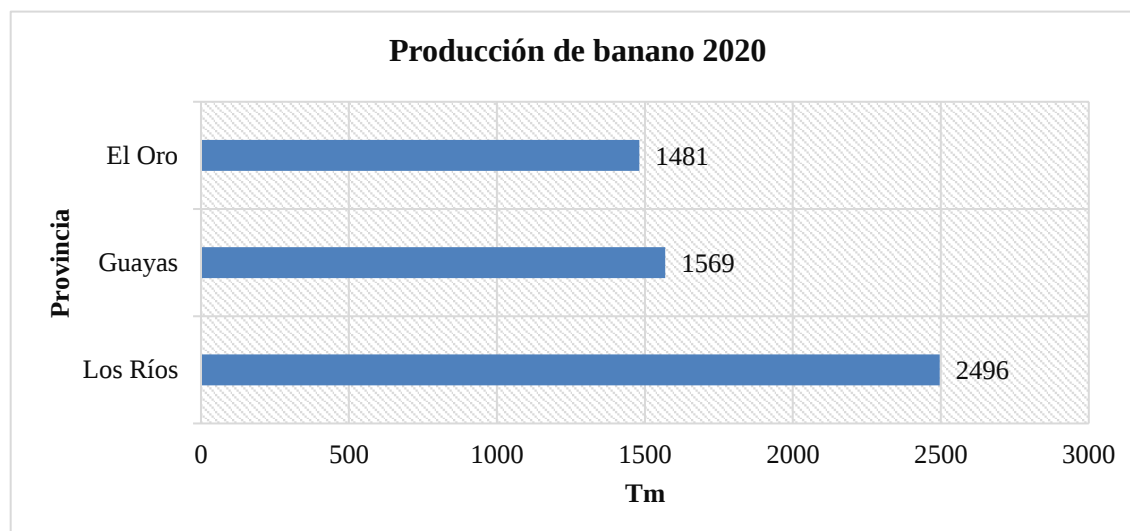
Los plátanos exhiben una diversidad de formas y pueden producir de 5 a 20 racimos, y cada racimo puede contener de 2 a 20 frutos. Estos frutos pueden presentar colores que varían entre amarillo verdoso, amarillo, amarillo rojizo o incluso rojo. La mayoría de los plátanos destinados al consumo son frutos con una pulpa desarrollada, lo que significa que pueden producir una parte comestible sin necesidad de ser polinizados. Aunque los ovarios no fertilizados se marchitan rápidamente, su presencia es evidente en la parte comestible. Los conceptos de partenocarpia (producción de frutos sin fertilización) y esterilidad son distintos y pueden deberse a cambios genéticos que, al menos en parte, ocurren de forma independiente (26).

2.2.3. Producción de Banano en Ecuador

En el año 2020, a nivel nacional, la superficie destinada al cultivo de banano abarcó un total de 165,080 hectáreas. La mayor producción se centró en la provincia de Los Ríos, con 2,496 toneladas métricas, lo que equivalió al 41.43% del total (27) (Figura 1).

Figura 1

Producción de banano (miles de Tm) en el Ecuador 2020



En Ecuador, se cultivan tres tipos de banano, siendo el más relevante el conocido como banano "Cavendish", seguido del "Guineo Orito" y el banano morado denominado "Banana Rose o Red Dacca" (27).

2.2.3.1. Banano Rose.

Esta variedad de banano es muy especial, ya que está lista para el consumo cuando su cáscara adquiere un color marrón rojizo. Originaria de Ecuador, la Banana Rose es rica en potasio, sodio, magnesio, hierro, betacaroteno, vitaminas B, vitamina C, vitamina E, ácido fólico y fibra (27).

A pesar de ser una variedad de plátano, el banano rosado es altamente valorado a nivel nacional por su delicioso sabor, su atractivo color y, en particular, por su sutil toque a frambuesa. Sin embargo, aún no es ampliamente conocido en el mundo, especialmente en Europa. El banano rosado es más pequeño que el banano Cavendish y se cultiva en pequeñas cantidades en las provincias rurales de Los Ríos y Santo Domingo (27).

2.2.3.2. Guineo Orito.

La variedad de banano conocida como Orito también se llama "Finger Banana", "Lady Banana" o "Baby Banana" debido a su pequeño tamaño, que es aproximadamente un tercio

del tamaño del banano Cavendish y se asemeja a las dimensiones de un dedo. Aunque históricamente se ha cultivado en la región de Bucay en la provincia de Guayas, este tipo de banano se produce principalmente en las provincias de Cotopaxi y El Oro, específicamente en las áreas de La Maná y Pasaje. En estas ubicaciones, las plantaciones se manejan de manera tradicional y orgánica (27).

2.2.3.3. *Banano Cavendish.*

El Banano Cavendish tiene su origen en China y Vietnam y es la variedad de banano más consumida a nivel mundial. En el caso de Ecuador, también es la variedad predominante y la principal que se exporta. Este tipo de banano es climatérico, lo que significa que continúa madurando después de ser cortado, y su período de maduración varía entre 5 y 10 días. Sin embargo, este proceso puede acelerarse en cámaras de maduración (27).

2.2.4. *Requerimientos Nutricionales del Cultivo de Banano*

El cultivo del banano es versátil y puede adaptarse a una amplia gama de condiciones climáticas y tipos de suelo. Sin embargo, para un crecimiento adecuado, es esencial que los suelos tengan la textura adecuada y que el clima sea cálido y húmedo, como el que se encuentra en las zonas tropicales. Las temperaturas alrededor de 18.5°C son ideales para evitar retrasos en el crecimiento, y se requiere un mínimo de 7 a 10 hojas funcionales respectivamente. La fertilización desempeña un papel crucial en el crecimiento y desarrollo de estas hojas, siendo esencial para lograr rendimientos satisfactorios. Por ejemplo, el nitrógeno influye en la producción y puede llevar a rendimientos máximos. El potasio (K), el nitrógeno (N) y el fósforo (P) son nutrientes esenciales para el crecimiento óptimo de las plantas de banano (28).

Osundare *et al.* (28), Descubrieron que el suministro equilibrado de nutrientes, especialmente en suelos deficientes, se traduce en un crecimiento rápido de las hojas y plantas llenas de vitalidad. Después del nitrógeno (N), el potasio (K) es uno de los nutrientes minerales más demandados por las plantas. La falta de estos nutrientes en las plantas de banano puede resultar en tallos débiles y raíces vulnerables a enfermedades, lo que conlleva una pérdida de verticalidad en la planta, especialmente en el caso de los frutos (29).

En el cultivo del plátano, se ha estimado que la cantidad de potasio extraído puede llegar hasta 400 kg de K por hectárea anualmente cuando se obtienen rendimientos de 70 toneladas de fruta. Para lograr una respuesta económica óptima, se recomienda aplicar entre 600 y 675 kg de K_2O por hectárea, con la precaución de no exceder estas cantidades para evitar deficiencias de magnesio inducidas (30).

Las necesidades de fósforo (P) en el banano son mínimas, generalmente en el rango de 10 a 40 ppm, debido a su baja extracción y movilidad en el suelo, aunque sigue siendo esencial para el desarrollo interno de la planta. En el caso de los cultivos de plátano, se ha observado que la aplicación de 150 kg de nitrógeno por hectárea produce los rendimientos más favorables, alcanzando alrededor de 2,400 kg por hectárea. La adición de fósforo al suelo no parece afectar los niveles de nitrógeno y potasio en ninguna etapa del crecimiento de las plantas de Musáceas (31).

De acuerdo con investigaciones realizadas por Rodríguez y Rodríguez (32), se ha determinado que las mezclas de fertilizantes en proporción 2:1:4 y 2:1:2 (N-P-K) respectivamente, a razón de 15.3 - 7.66 - 30 y 18.4 - 9.2 - 24 kg por planta por ciclo de NPK, no presentan diferencias significativas en el rendimiento del banano, incluyendo el peso de los racimos, el peso de la segunda mano y el rendimiento por parcela. Sin embargo, se observaron diferencias significativas en el peso de los racimos cuando se evaluó la interacción entre la fuente y la dosis de fertilizante, obteniéndose el mayor peso de racimos con una dosis de (300 - 150 - 391.3) kg de NPK por hectárea por año.

2.2.5. Abonos Orgánicos

Los abonos orgánicos son productos naturales derivados de la descomposición de materiales que provienen de plantas, animales o una combinación de ambos. Tienen la capacidad de mejorar la calidad del suelo, lo que a su vez aumenta la producción y la eficiencia de los cultivos. Estos tipos de abonos no solo aportan nutrientes al suelo, sino que también tienen un impacto positivo en su estructura. Esto incluye la modificación de la población de microorganismos en general y la promoción de la formación de agregados, lo que facilita una mayor retención de agua, un mejor intercambio de gases y nutrientes en la zona de las raíces de las plantas (33).

La utilización de fertilizantes orgánicos está ganando popularidad en una variedad de cultivos debido a dos factores clave: la alta calidad y el bajo costo de los fertilizantes orgánicos en comparación con los fertilizantes químicos disponibles en el mercado. El nivel de nutrientes presente en los fertilizantes orgánicos depende de las concentraciones que se encuentren en los materiales residuales utilizados en su producción. Estos productos influyen principalmente en tres aspectos del suelo: sus propiedades físicas, químicas y biológicas (10).

Los abonos orgánicos poseen las siguientes ventajas (34):

Los fertilizantes orgánicos presentan varias ventajas:

- a. Permiten el aprovechamiento de residuos orgánicos, lo que contribuye a la gestión sostenible de los desechos (34).
- b. Contribuyen a la restauración de la materia orgánica en el suelo, lo que es beneficioso para la salud del suelo y ayuda a retener el carbono en el suelo, lo que es importante para la mitigación del cambio climático. También aumentan la capacidad del suelo para retener agua, lo que es crucial en la agricultura (34).
- c. Generalmente, la producción de fertilizantes orgánicos requiere una cantidad inferior de energía en comparación con los fertilizantes químicos, lo que puede tener ventajas en términos de sostenibilidad y reducción de emisiones de carbono (34).

La cantidad de fertilizante a utilizar en los cultivos depende de varios factores, que incluyen la fertilidad inicial del suelo, las condiciones climáticas y las necesidades nutricionales particulares de la planta que se cultiva. Es responsabilidad del agricultor evaluar las características de su suelo y sus cultivos específicos. No obstante, existen pautas recomendadas que sugieren las cantidades de fertilizante a aplicar como una guía general, pero la adaptación a las condiciones locales y las necesidades específicas es crucial para el éxito de la agricultura (10).

- Para hortalizas de hoja, se sugieren alrededor de 30 gramos de fertilizante por planta.
- En el caso de vegetales como tubérculos o aquellos que tienen cabezas, como la coliflor, el brócoli y el repollo, se recomienda una cantidad de 80 gramos por planta.
- En términos de densidad de siembra, se sugiere aplicar alrededor de 100 gramos de fertilizante por metro cuadrado de cultivo.

Estas son pautas generales, y la cantidad precisa puede variar según las condiciones específicas del suelo y del cultivo. Es importante considerar factores como la fertilidad del suelo, el tipo de cultivo, la edad de la planta y las condiciones climáticas locales al determinar la cantidad exacta de fertilizante a aplicar.

2.2.6. Abono Completo Fertibanano (18-6-28-2MgO-2S)

La utilización de fertilizantes compuestos implica la correcta aplicación de técnicas de fertilización basadas en la comprensión de los requisitos de nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y azufre para los cultivos. La tendencia actual es proporcionar a las plantas una cantidad óptima de nutrientes en una sola aplicación, manteniendo un equilibrio entre ellos. Estas fórmulas se ajustan a las necesidades de diferentes cultivos, las deficiencias del suelo, la eficiencia del fertilizante, entre otros factores. Además de los nutrientes principales, los fertilizantes compuestos suelen contener también magnesio y azufre, que son macronutrientes de importancia fundamental para el crecimiento de las plantas (10).

2.2.7. Tipos de Abonos Orgánicos

Existen dos categorías principales de fertilizantes orgánicos: los líquidos listos para su uso y los sólidos que requieren ser disueltos en agua, mezclados con el suelo o aplicados directamente. Los suelos utilizados en cultivos a menudo experimentan la pérdida de una cantidad considerable de nutrientes, lo que conduce a una disminución de la materia orgánica en el suelo. Por esta razón, es esencial mantener una reposición constante de los nutrientes agotados. Los fertilizantes orgánicos, como el estiércol animal y otros materiales naturales,

desempeñan un papel importante en este proceso al enriquecer el suelo con nutrientes esenciales y materia orgánica (10).

Existe una amplia variedad de fertilizantes orgánicos disponibles, algunos de los cuales son adecuados incluso para sistemas de cultivo hidropónico. Estos fertilizantes pueden tener diferentes efectos de liberación, algunos son de liberación lenta, como el estiércol, mientras que otros son de liberación rápida, como la orina o las cenizas. También es posible combinar ambos tipos de fertilizantes según las necesidades específicas del cultivo y el suelo. Esta flexibilidad permite a los agricultores adaptar la fertilización a las condiciones particulares de su cultivo. De acuerdo con Torres (35) se mencionan a continuación los más comunes:

- Excrementos de animales, como palomina, murcielaguina y gallinaza.
- Purines y estiércoles.
- Compost, que es el resultado de la descomposición de materia vegetal o residuos orgánicos.
- Humus de lombriz, que es la materia orgánica descompuesta por lombrices.
- Cenizas, especialmente si provienen de fuentes completamente orgánicas como madera o huesos de frutas, ya que tienen un alto contenido de potasio y carecen de metales pesados y otros contaminantes. Sin embargo, debido a su elevado pH, se recomienda aplicarlas en pequeñas cantidades o tratarlas previamente.
- Resaca, que es el sedimento de ríos y es apto para su uso solo si el río no está contaminado.
- Lodos de depuradora, que contienen una gran cantidad de materia orgánica, pero su contenido en sustancias dañinas como metales pesados puede ser difícil de controlar. En algunas áreas, está prohibido su uso en alimentos humanos, pero pueden ser aplicados en bosques.

- Abono verde, que implica el cultivo de plantas, generalmente leguminosas, que se cortan y se dejan descomponer en el campo, enriqueciendo el suelo.
- Biol, que es el líquido resultante del proceso de producción de biogás.

2.2.8. Propiedades de los Abonos Orgánicos

2.2.8.1. Propiedades Físicas.

El abono orgánico, debido a su tonalidad oscura, tiene la capacidad de absorber mayor cantidad de radiación solar. Esto tiene como resultado un aumento en la temperatura del suelo, lo cual facilita la absorción de nutrientes por las plantas. Además, el abono orgánico contribuye a mejorar la estructura y textura del suelo, haciéndolo más ligero. También influye positivamente en la permeabilidad del suelo al afectar su drenaje y ventilación. Esto, a su vez, conlleva a una mayor retención de agua en el suelo durante las lluvias, mejorando la eficiencia en el uso del agua para el riego. Asimismo, este tipo de abono ayuda a reducir la erosión del suelo causada por el agua y la exposición al viento (35).

2.2.8.2. Propiedades Químicas.

Los fertilizantes orgánicos tienen la capacidad de aumentar la capacidad de absorción del suelo y reducir las fluctuaciones en su pH. Esto, a su vez, mejora la capacidad del suelo para intercambiar cationes, lo que resulta en un incremento de la fertilidad del suelo (35).

2.2.8.3. Propiedades Biológicas.

Los fertilizantes orgánicos fomentan la oxigenación y ventilación del suelo, lo que resulta en una mayor actividad de las raíces y un incremento en la presencia de microorganismos que prosperan en ambientes ricos en oxígeno. Además, generan compuestos que pueden tanto inhibir como estimular el crecimiento de las plantas y provocan un notorio aumento en la población de microorganismos beneficiosos en el suelo. Estos microorganismos cumplen una doble función: descomponer la materia orgánica presente en el suelo y promover un crecimiento saludable de los cultivos (35).

2.2.9. Productos a Utilizar

2.2.9.1. Biol.

El biol se convierte en un eficaz fertilizante foliar que cumple la función de mantener las plantas con un color verde saludable y producir frutos de alta calidad en cultivos como la papa, el maíz, el trigo, las habas, diversas hortalizas y árboles frutales. La preparación del biol implica la fermentación de diversos componentes orgánicos durante un período de dos a tres meses en un recipiente de plástico. Para su aplicación, solo es necesario mezclar un litro de biol fermentado con 15 litros de agua, y esta mezcla se puede rociar sobre las plantas utilizando una mochila pulverizadora o incluso una escoba con cerdas adecuadas (35).

El biol se convierte en un eficiente fertilizante foliar que se utiliza para revivir la vitalidad de las plantas y mejorar los rendimientos en una variedad de cultivos, que incluyen papas, maíz, trigo, frijoles, vegetales y árboles frutales. Este producto se origina a través de un proceso de descomposición anaeróbica de materiales orgánicos. Para llevar a cabo este proceso, se utiliza tecnología de biofermentación que se lleva a cabo a través de biofermentadores. Estos equipos fueron principalmente diseñados con el propósito de aprovechar el estiércol animal para generar tanto energía como fertilizante vegetal (35)

2.2.9.2. Humus.

El humus se compone de materiales orgánicos con características coloidales que resultan de la descomposición de residuos orgánicos, y este proceso involucra la actividad de hongos y bacterias. El humus se caracteriza por su color oscuro, el cual se debe a su alto contenido de carbono. Normalmente se encuentra en las capas superiores de los suelos donde existe actividad orgánica. Los componentes orgánicos presentes en el humus son altamente estables, lo que significa que han experimentado un grado avanzado de descomposición y no experimentan cambios significativos adicionales (36).

Los aportes positivos del humus son (37):

- Mejora la capacidad de intercambio catiónico del suelo.

- Aporta consistencia a suelos ligeros y alivia la compactación en suelos arenosos, mientras que en suelos arcillosos ayuda a reducir la compactación.
- Facilita las labores de labranza del suelo al mejorar sus propiedades físicas.
- Previene la formación de costras y la compactación del suelo.
- Favorece la retención de agua y mejora el drenaje del suelo.
- Aumenta la porosidad del suelo.
- Regula la nutrición de las plantas.
- Mejora el intercambio de iones en el suelo.
- Facilita la asimilación de abonos minerales.
- Contribuye al ciclo de potasio y fósforo en el suelo.
- Genera dióxido de carbono, lo que aumenta la solubilidad de los minerales en el suelo.
- Aporta productos nitrogenados al suelo descompuesto.
- Introduce microorganismos beneficiosos al suelo.
- Sirve como fuente de alimento y sostén para los microorganismos en el suelo.
- Debido a las altas temperaturas durante la fermentación, no contiene semillas dañinas, lo que fortalece la resistencia de las plantas.

2.2.9.3. Gallinaza.

La gallinaza es un fertilizante orgánico de alta calidad que se compone de los excrementos de aves mezclados con un material de cama, típicamente cascarilla de arroz, y en menor proporción, cal que ha sido molida. Este fertilizante orgánico es ampliamente utilizado, es relativamente concentrado y actúa de manera rápida. Al igual que el estiércol, contiene todos los nutrientes esenciales necesarios para el crecimiento de las plantas, aunque en cantidades significativamente más elevadas (38).

Los excrementos de pollo se consideran un excelente fertilizante, con un efecto estimado cuatro veces mayor que el estiércol de establo convencional. La composición de estos excrementos puede variar en términos de fertilidad, ya que depende de la dieta omnívora de las aves. Si la dieta de las aves incluye una cantidad significativa de materia animal, como sangre, carne, pescado, etc., las heces pueden aproximarse en riqueza de fertilizantes al guano peruano cuando se encuentran en estado seco. Por ejemplo, una gallina de 2 kg puede producir alrededor de 150 gramos de gallinaza fresca en 24 horas y aproximadamente 57 kg al año, aunque su peso disminuye considerablemente al secarse (39).

El uso de estiércol de pollo como fertilizante para plantas es una opción altamente recomendada debido a su bajo costo y su mezcla nutritiva. Para lograr resultados óptimos, se suele requerir un promedio de 600 a 700 gramos por metro cuadrado de superficie de cultivo. Sin embargo, en ciertos casos, especialmente cuando el suelo está empobrecido, puede ser necesario utilizar hasta 1 kilogramo por metro cuadrado (36).

2.2.10. Investigaciones Relacionadas al Tema

Fue Howard, un visionario que pionero en el uso de fertilizantes orgánicos, quien introdujo un enfoque innovador de compostaje conocido como el método Indore. Después de años de recopilación de datos y un estudio meticuloso, Howard definió varios factores y circunstancias diversas que conformarían el procedimiento para llevar a cabo el compostaje. Con el tiempo, esta técnica se difundió y se adoptó en todo el mundo.

Campoverde (40), llevó a cabo una investigación con el objetivo de evaluar los efectos de diferentes fertilizantes orgánicos en la producción de banano. En este estudio, se aplicaron

diversos tratamientos, que incluyeron Biol a una tasa de 18,24 litros por hectárea, humus de lombriz a una cantidad de 30,4 kilogramos por hectárea, bocashi a una cantidad de 30,4 kilogramos por hectárea, vitagres a una tasa de 6,11 litros por hectárea, compost a una cantidad de 72,96 kilogramos por hectárea y un grupo de control que no recibió ninguna forma de fertilización (dosificación cero).

En el estudio se evaluaron varias variables, como la altura de las plantas a los 30, 60 y 90 días, el peso de los racimos y el rendimiento en kilogramos por hectárea. Se encontró que el tratamiento más efectivo en términos de todas estas variables fue el bocashi, aplicado a una tasa de 19,5 gramos por metro cuadrado. El tratamiento con humus, aplicado a una tasa de 19,2 gramos por metro cuadrado, también mostró resultados prometedores en cuanto a eficacia.

Medina y Blandon (41), en el estudio que tenía como objetivo evaluar los efectos de los fertilizantes orgánicos en las plantas de banano, se implementaron varios tratamientos. Estos tratamientos consistieron en la aplicación de compost, humus de lombriz y biofertilizantes a tasas de 10,000 kg por hectárea, 4,488 kg por hectárea y 4,762 litros por hectárea, respectivamente. También se incluyeron como tratamientos un fertilizante sintético con una composición de 12-30-10 y urea.

Los resultados del estudio indicaron que no se observaron diferencias significativas en los efectos de los fertilizantes orgánicos en comparación con los fertilizantes sintéticos. En términos de rendimiento, se encontró que los mejores resultados se lograron con la aplicación de humus de lombriz, seguido por el uso del fertilizante sintético.

Zapata y Mejia (42), en el estudio cuyo objetivo era evaluar el impacto de los fertilizantes químicos y orgánicos en el crecimiento, rendimiento y aporte de minerales al suelo en cultivos de banano, se llevaron a cabo varios tratamientos que incluyeron compost, lombricompost y b2. Los resultados del estudio revelaron que las plantas que recibieron lombricompost como fertilizante mostraron una respuesta más favorable. Solo un 10% de las plantas presentaron deficiencias nutricionales y lograron alcanzar rendimientos significativamente altos.

Tovar (43), el propósito de la investigación fue analizar el rendimiento agronómico del cultivo de banano después de aplicar dos tipos de biofertilizantes orgánicos en diferentes cantidades.

Los resultados del estudio indican que el tratamiento T2, que consiste en la combinación de estiércol bovino, leguminosa, ceniza y cascarilla de arroz en una proporción de 300 L/ha, tuvo el impacto más positivo en el rendimiento agronómico del cultivo. Se observó que la altura de las plantas alcanzó los valores más altos, registrando una altura relativa de 16 cm.

Travieso *et al.* (44), el objetivo de la investigación fue evaluar el impacto de diferentes cantidades de humus de lombriz y estiércol vacuno en el rendimiento del cultivo de banano. Los tratamientos incluyeron la aplicación de humus de lombriz en dosis de 2, 4 y 6 toneladas por hectárea, así como estiércol vacuno en dosis de 20, 40 y 60 toneladas por hectárea. Se utilizó un grupo de control que no recibió estos materiales como referencia.

Los resultados del estudio mostraron que, al aplicar las dosis respectivas de ambos productos, los resultados fueron bastante similares. Sin embargo, se observó que el humus de lombriz sobresalió en términos de rendimiento, presentando mejoras significativas en comparación con el grupo de control.

Por último, Sandrakirana y Arifin (45), En el estudio que tenía como objetivo evaluar los efectos de la fertilización orgánica en comparación con la urea, se encontró que el tratamiento que consistió en la aplicación de 2000 kg/ha de compost obtuvo un rendimiento ligeramente superior en los resultados obtenidos.

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Localización

El presente experimento se realizó en la Hacienda María Fernanda f: 0°57'09'' de latitud sur y 79°21'11'' de longitud oeste, a una altitud de 105 msnm.

Tabla 2

Condiciones meteorológicas de Hacienda María Fernanda

Parámetro	Promedio
Temperatura media °C	25.5
Humedad relativa media %	85.0
Heliofanía anual, horas luz	1213
Precipitación, mm/año	1585.5
Clima	Trópico húmedo
Zona ecológica	Bosque húmedo

Fuente: Estación Meteorológica del INAMHI ubicada en la Estación Experimental Tropical Pichilingue (46)

3.2. Tipo de la Investigación

Se plasmó una investigación de tipo experimental en la cual se manipularon 5 factores de estudio (4 tratamientos y un testigo) para obtener resultados de producción sobre el manejo del cultivo de banano con la utilización de abonos orgánicos en la zona de Quevedo.

3.3. Métodos de Investigación

Para el desarrollo de la investigación se aplicó el método inductivo-deductivo y estadístico.

El método inductivo-deductivo permitió la delimitación de las variables independiente (abono orgánico) y dependiente (parámetros productivos) a evaluar; mientras que, en el método estadístico con ayuda del software estadístico (Infostat), se cuantificaron, ordenaron y tabularon los datos de producción en el cultivo de banano obtenidos en la parte experimental.

3.4. Fuente de Recopilación de Información

Se recopiló la información mediante fuentes primarias constituidas específicamente por los datos obtenidos del registro y evaluación de las variables de respuesta en la parte experimental. También se hará uso de fuentes secundarias tales como tesis relacionadas al tema de estudio, libros, fuentes de internet, artículos de revistas científicas e informes de instituciones oficiales del estado.

3.5. Diseño de la Investigación

3.5.1. Factores De Estudio

Se estudio un solo factor constituido por los fertilizantes orgánicos

3.5.2. Tratamientos

El trabajo fue planteado con 5 tratamientos, 4 fertilizantes orgánicos y un control que es sin fertilizante, los cuales se indican en la tabla 3.

Tabla 3

Tratamientos en estudio

Tratamiento	Descripción
T1	Humus – 400 kg/ha
T2	Gallinaza – 400 kg/ha
T3	Biol – 8L/ha
T4	Abono completo (Banano producción 18 – 6 – 28 – 2MgO – 2S) 300 kg/ha
T5	Control (sin fertilización)

Elaboración. Autor

3.5.3. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA), con cinco tratamientos y diez observaciones por tratamiento. Cada tratamiento evaluado fue sometido a las pruebas de ANDEVA (tabla 4). Para determinar las diferencias entre las medias de los tratamientos se empleó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($P < 0,05$), y los datos se tabularon en el estadístico de licencia libre InfoStat.

Tabla 4

Esquema de análisis de varianza

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamientos	(t - 1)	4
Error experimental	T(r-1)	45
Total	(tr - 1)	49

Elaboración. Autor

3.6. Instrumentación de Investigación

3.6.1. Manejo del experimento

Durante el experimento se realizó el siguiente manejo.

3.6.1.1. Identificación y Señalización de Unidades Experimentales.

Para el manejo del experimento se contó con una plantación de banano establecida y se utilizaron los hijos, estos fueron marcados en el pseudotallo con pintura para identificar cada tratamiento y cada repetición.

3.6.1.2. Control de Malezas.

Se realizó cada dos semanas con la finalidad de evitar la competencia por nutrientes, agua, luz y espacio. En esta labor se empleó el machete que permitió el corte de malezas a nivel del suelo, sin dañar las raíces y colinos de la plantación.

3.6.1.3. Aplicación de Abonos Orgánicos.

Los abonos orgánicos considerados en el presente ensayo fueron Biol, Humus, Gallinaza y abono completo, la primera aplicación se la realizó a los cinco días del comienzo de la investigación, la segunda aplicación se la hizo a los 30 días, la tercera a los 60 días y la cuarta aplicación a los 80 días.

3.6.2. Variables Evaluadas

Las variables evaluadas fueron obtenidas del total del ensayo con la finalidad de evaluar las respuestas de los tratamientos.

3.6.2.1. Altura de Planta (cm).

Esta variable se evaluó hasta los 90 días después de la siembra, se midió en centímetros con la utilización de una cinta métrica desde la base del tallo, hasta la inserción de la primera hoja, luego se procedió a promediar.

3.6.2.2. Diámetro del pseudotallo (cm).

El diámetro del pseudotallo fue evaluado con la ayuda de una cinta métrica. Para esta evaluación se midió el diámetro de cada planta tomando en consideración que la medida se realice a 5 cm del suelo. Esta variable fue evaluada en los días 30, 45 y 60.

3.6.2.3. Número de hojas

Para la evaluación del número de hojas se contabilizó el número total de hojas que tenían en el día 60 de evaluación y luego estas fueron promediadas para sacar el total.

3.6.2.4. Número de manos del racimo.

El número de manos se determinó contando la cantidad de manos en cada racimo evaluado.

3.6.2.5. Número de dedos del racimo.

El número de dedos se determinó contabilizando el número de frutos en cada racimo.

3.6.2.6. Peso del racimo.

Con la ayuda de una báscula se procederá a pesar el racimo de cada planta en tratamiento para luego sacar el promedio.

3.6.2.7. Ratio.

El ratio se lo saco dividiendo el peso del fruto exportable para el peso que contiene una caja de banano el cual es de 20 kg.

3.7. Tratamiento de los Datos

Los datos fueron mostrados mediante tablas, y se utilizaron métodos estadísticos como INFOSTAT, para obtener los valores que nos permita verificar cuál de los abonos orgánicos nos da un mayor rendimiento a nivel de campo se hizo uso del análisis estadístico ANDEVA y para identificar las diferencias entre los tratamientos se empleó una prueba Tukey al 95% de confianza para describir las diferencias estadísticas entre los tratamientos.

3.8. Recursos Humanos y Materiales

3.8.1. Insumos

- Biol
- Humus
- Gallinaza
- Abono completo (18-6-28-2MgO-2S)

3.8.2. Equipos y materiales

- Balanza
- Cámara fotográfica

- Computadora
- Calculadora
- Bomba a mochila
- Escalera
- Calibrador
- Fundas
- Balanza
- Barretón
- Pintura
- Cinta de colores
- Libreta de registro
- Esferos
- Papel periódico
- Hojas de papel bon
- Carpeta
- Metro
- Tanques plásticos
- Baldes
- Machete

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

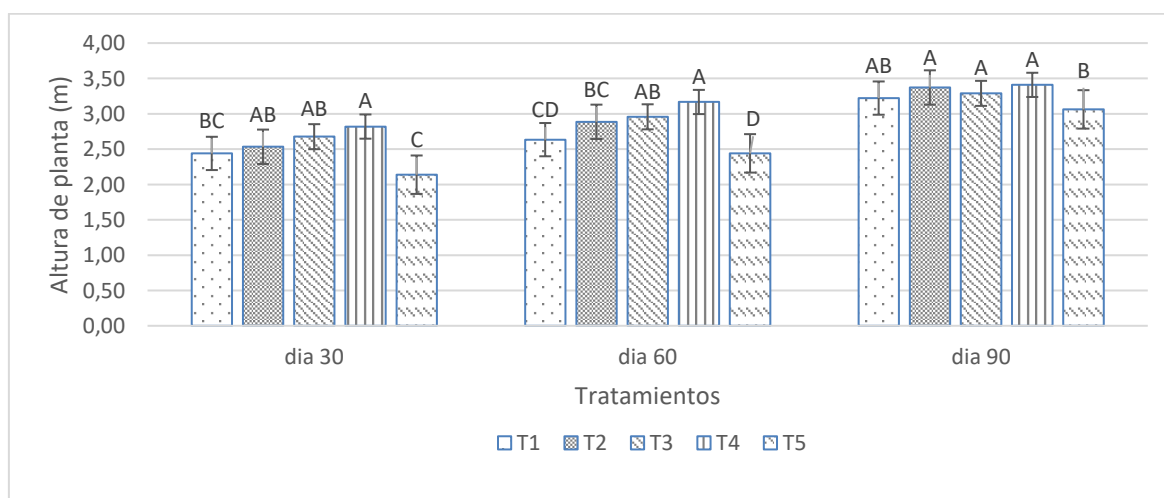
4.1. Interpretación de los resultados obtenidos

4.1.1. Altura de planta (m)

En la figura 2, se pueden observar los resultados de la evaluación de la altura de planta a los 30, 60 y 90 días del ensayo, en el día 30 se puede observar que existen diferencias significativas entre el T4 (abono completo) con una altura promedio de 2,82 m y el T5 (control) con una altura de 2,14 m. A los 60 días se puede observar que el tratamiento 4 (Abono completo) presento una mejor altura con un promedio de 3,17 metros seguido del tratamiento 3 (Biol) con una altura de 2,96 metros, el control obtuvo una altura promedio de 2,44 metros. A los 90 días existió igualdad significativa entre los T1, T2, T3 y T4, a pesar de esto el T4 tuvo una mejor altura con valores medios de 3,41 metros a diferencia del control que alcanzó los 3,06 metros.

Figura 2

Efecto de los tratamientos en la altura de las plantas de banano



Nota 1. Tratamientos en estudio T1(Humust), T2 (Gallinaza), T3 (Biol), T4 (Abono completo), T5 (Control) y su influencia en la altura de la planta de banano medida en metros. Las barras expresan los valores medios obtenidos en cada tratamiento y las líneas verticales el error estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos.

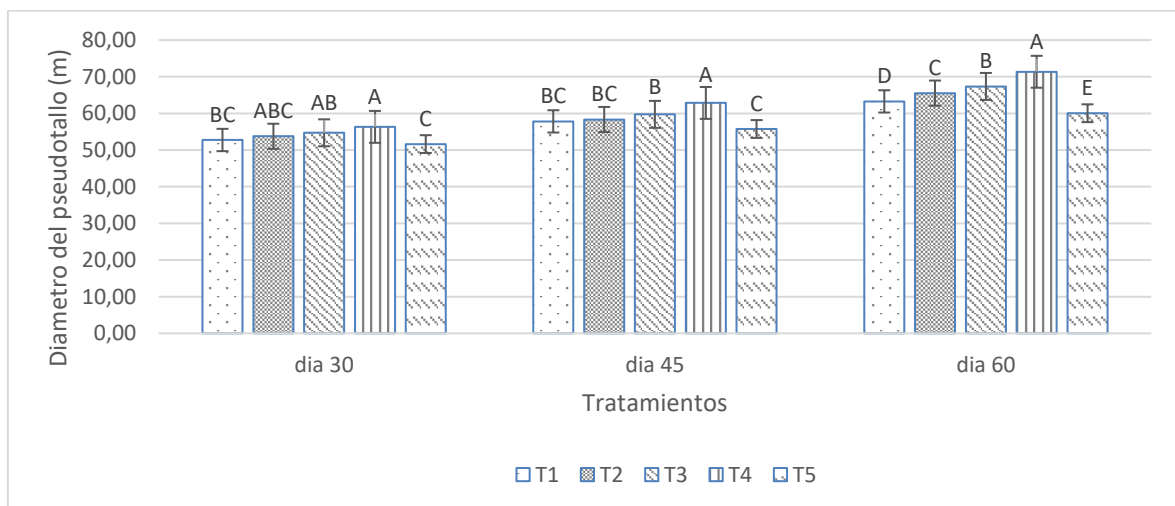
Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Barrera *et al.* (47) quienes de acuerdo a su investigación en donde evaluó el efecto de abonos orgánicos en el crecimiento del plátano, utilizando Bocashi y micorrizas + lombriabono registraron valores de 1.693 y 1.68m en cada uno; lo cual sugiere que las fuentes de abonos orgánicos por si solas no son suficiente para el completo desarrollo de la planta de banano, por lo que debe ser complementado con abonos completos.

4.1.2. Diámetro del pseudotallo (cm)

En la figura 3, se pueden observar los resultados de la evaluación del diámetro del pseudotallo a los 30, 45 y 60 días del ensayo, en el día 30 se puede observar que existen diferencias significativas entre el T4 (abono completo) con un diámetro 56,32 cm, y el T5 (control) con un diámetro de 51,62 cm. A los 45 días se puede observar que el tratamiento 4 (Abono completo) presento un mejor diámetro de pseudotallo con un promedio de 62,85 cm seguido del tratamiento 3 (Biol) con un diámetro de 59,73 cm, el control obtuvo un diámetro promedio de 55,74 cm. A los 60 días el tratamiento con un mejor diámetro fue el T4 (Abono completo) con un diámetro promedio de 71,35 cm a diferencia del control que alcanzó los 60,04 cm.

Figura 3

Efecto de los tratamientos en el diámetro del pseudotallo de plantas de banano



Nota 2. Tratamientos en estudio T1(Humust), T2 (Gallinaza), T3 (Biol), T4 (Abono completo), T5 (Control) y su influencia en el diámetro del pseudotallo de la planta de banano medida en centímetros. Las barras expresan los valores medios obtenidos en cada tratamiento y las líneas verticales el error estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos.

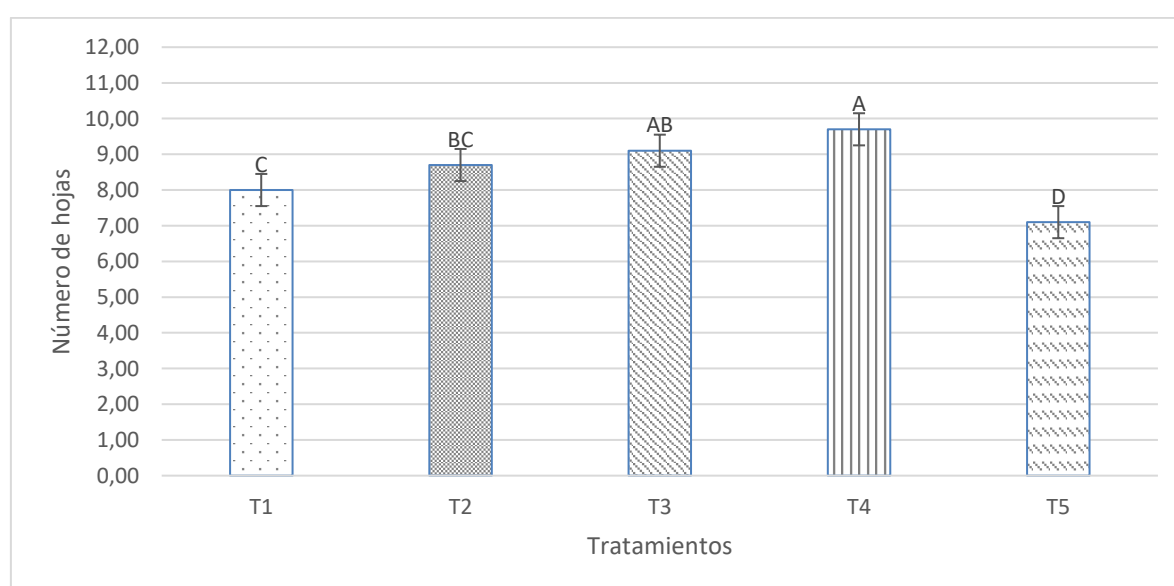
Estos valores coinciden a los que obtuvo Roman (48), quien en su investigación obtuvo resultados favorables luego de aplicar Biol con dosis de 10 ($L\ ha^{-1}$), esta dosis le permitió que el diámetro del tallo alcanzara valores de 60 cm a partir del día 40. Lo que demuestra que los fertilizantes orgánicos permiten obtener resultados favorables en el cultivo de banano.

4.1.3. Número de hojas

En la figura 4, podemos observar que los resultados que se obtuvieron de la evaluación del número de hojas al día 60 de evaluación muestran resultados estadísticamente significativos. El tratamiento que mejores resultados obtuvo en el número de hojas fue el T4 (Abono completo) con un promedio de 10 hojas. El control representado por el T5 obtuvo un total de 7 hojas.

Figura 4

Efecto de los tratamientos en el número de hojas en plantas de banano



Nota 3. Tratamientos en estudio T1(Humus), T2 (Gallinaza), T3 (Biol), T4 (Abono completo), T5 (Control) y su influencia en el número de hojas de la planta de banano. Las barras expresan los valores medios obtenidos en cada tratamiento y las líneas verticales el error estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos.

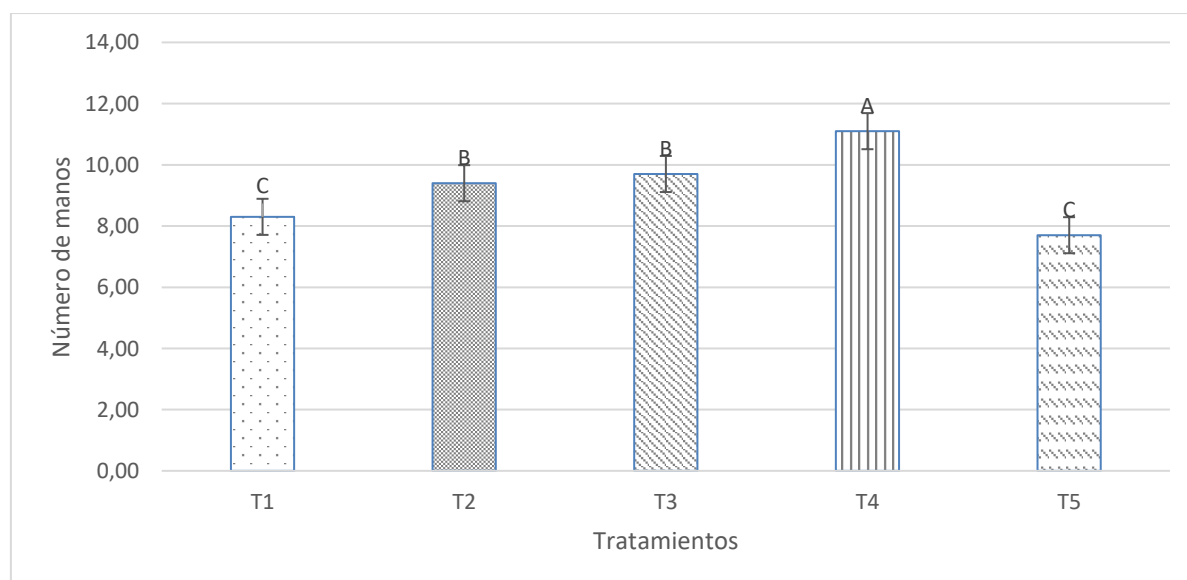
Galecio *et al.* (49), en su investigación pudo demostrar que el uso de componentes orgánicos en el cultivo de banano, influyen de manera significativa en las variables de número de hojas, donde todas las plántulas tenían en promedio seis hojas al inicio del ensayo y a los 45 días, las plántulas tenían más de 8 hojas.

4.1.4. Número de manos por racimo

En la figura 5, podemos observar que los resultados que se obtuvieron de la evaluación del número de manos mostraron resultados estadísticamente significativos. El tratamiento que mejores resultados obtuvo en el número de manos fue el T4 (Abono completo) con un promedio de 11 unidades, mientras que de los abonos orgánicos los mejores tratamientos fueron el T2 (Gallinza) y el T3 (Biol) con un número de manos promedio de 9 y 10 unidades respectivamente. El control representado por el T5 obtuvo un total de 8 unidades.

Figura 5

Efecto de los tratamientos en el número de manos en plantas de banano



Nota 4. Tratamientos en estudio T1(Humust), T2 (Gallinza), T3 (Biol), T4 (Abono completo), T5 (Control) y su influencia en el número de manos en las plantas de banano. Las barras expresan los valores medios obtenidos en cada tratamiento y las líneas verticales el error estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos.

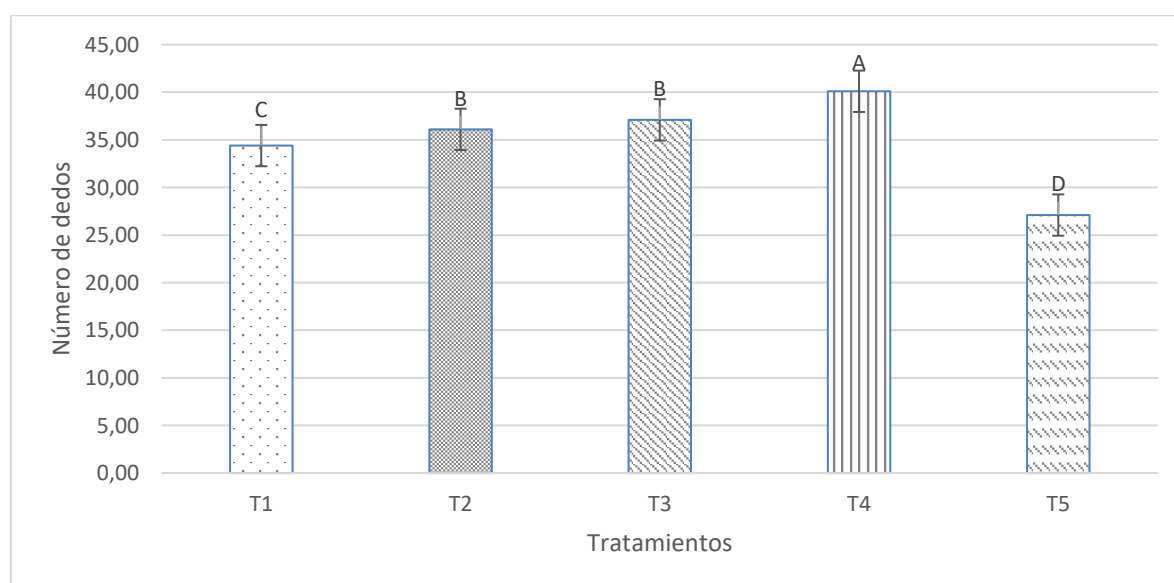
Estos resultados se asemejan a los que obtuvo Barrera *et al.* (50), en el cual luego de la aplicación de Biol con dosis de 12L/ha obtuvieron una cantidad considerable de números de manos con valores promedios de 18 unidades a diferencia del grupo control en él se llegó a obtener 15 unidades. Mediante estos valores se considera que el uso de abonos orgánicos es propicio al momento de aumentar la producción de manos por lo que el uso de estos puede llegar a bajar el uso de fertilización sintética.

4.1.5. Número de dedos por racimo

En la figura 6, podemos observar que los resultados que se obtuvieron de la evaluación del número de dedos por racimo mostraron resultados estadísticamente significativos. El tratamiento que mejores resultados obtuvo en el número de dedos fue el T4 (Abono completo) con un promedio de 40 unidades, mientras que de los abonos orgánicos los mejores tratamientos fueron el T2 (Gallinaza) y el T3 (Biol) con un número de dedos promedio de 36 y 37 unidades respectivamente. El control representado por el T5 obtuvo un total de 27 unidades.

Figura 6

Efecto de los tratamientos en el número de dedos en plantas de banano



Nota 5. Tratamientos en estudio T1(Humust), T2 (Gallinaza), T3 (Biol), T4 (Abono completo), T5 (Control) y su influencia en el número de dedos en las plantas de banano. Las barras expresan los valores medios obtenidos en cada tratamiento y las líneas verticales el error estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos.

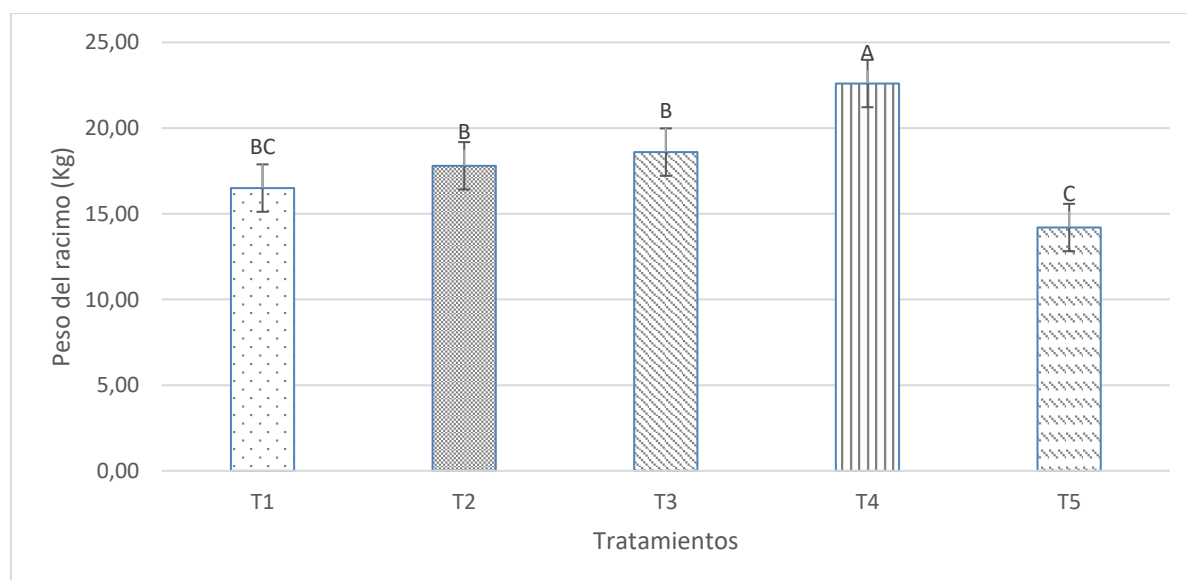
Estos resultados contradicen a lo que obtuvo Cadena (51), quien en su investigación dedujo que el número de dedos por racimo mostró que no existieron diferencias significativas, por efecto de los abonos orgánicos y por la interacción de los factores abonos orgánicos (A) y dosis de aplicación

4.1.6. Peso del racimo (Kg)

En la figura 7, podemos observar que los resultados que se obtuvieron de la evaluación del peso del racimo muestran resultados estadísticamente significativos. El tratamiento que mejores resultados obtuvo en el peso fue el T4 (Abono completo) con un promedio de 22,60 kg, mientras que de los abonos orgánicos los mejores tratamientos fueron el T2 (Gallizana) y el T3 (Biol) con un peso promedio de 17,80 y 18,60 kg respectivamente. El control representado por el T5 obtuvo un peso promedio de 14,20 kg.

Figura 7

Efecto de los tratamientos en el peso del racimo en plantas de banano



Nota 6. Tratamientos en estudio T1(Humust), T2 (Gallinaza), T3 (Biol), T4 (Abono completo), T5 (Control) y su influencia en el peso del racimo de la planta de banano. Las barras expresan los valores medios obtenidos en cada tratamiento y las líneas verticales el error estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos.

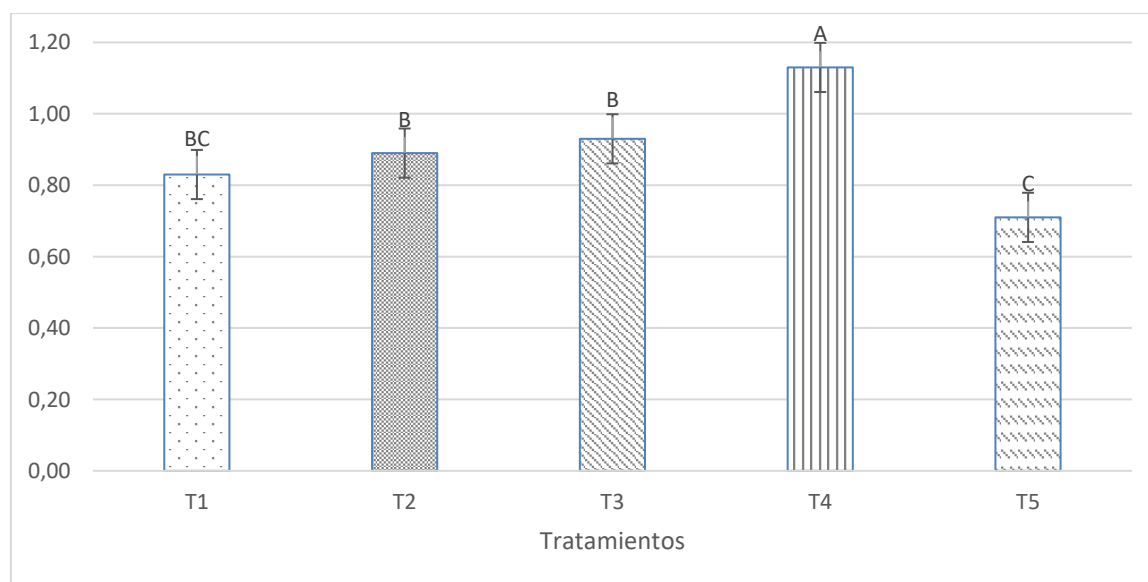
Estos datos concuerdan con lo investigado por Quezada (52), quien pudo observar que el peso de los racimos experimento un incremento significativo, de T5 49.13 lbs que corresponde al Biol. En este contexto la aplicación de abonos orgánicos causa un efecto positivo en el peso del racimo ya que logra potenciar el crecimiento de la planta y peso del racimo.

4.1.7. Ratio

En la figura 8, podemos observar que los resultados que se obtuvieron de la evaluación del peso del ratio del racimo muestran resultados estadísticamente significativos. El tratamiento que mejores resultados obtuvo en el ratio fue el T4 (Abono completo) con un promedio de 1,13, mientras que de los abonos orgánicos los mejores tratamientos fueron el T2 (Gallinaza) y el T3 (Biol) con un ratio promedio de 0,89 y 0,93 respectivamente. El control representado por el T5 obtuvo un ratio promedio de 0,71.

Figura 8

Efecto de los tratamientos en el ratio del racimo en plantas de banano



Nota 7. Tratamientos en estudio T1(Humus), T2 (Gallinaza), T3 (Biol), T4 (Abono completo), T5 (Control) y su influencia en el ratio del racimo de la planta de banano. Las barras expresan los valores medios obtenidos en cada tratamiento y las líneas verticales el error estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos.

Datos similares se encontraron en la investigación de tobar (53), permitiendo obtener rendimientos elevados con un ratio de 1,3. Esto se debe sin duda alguna al elevado aporte de nutrientes que contiene el biol, logrando satisfacer de manera adecuada los requerimientos nutricionales del cultivo de banano.

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Dentro de los parámetros fenológicos del cultivo de banano se pudo demostrar que el tratamiento que influyo de mejor manera en estas variables fue el Tratamiento 4 conformado por (abono completo) ya que este alcanzo valores positivos tanto en altura de la planta como en el diámetro del pseudotallo. Entre los abonos orgánicos los mejores resultados los obtuvieron el T2 (Gallinaza) y el T3 (Biol).
- En las variables productivas el tratamiento que mejores resultados brindo tanto en número de manos, número de dedos y en el peso del racimo fue el T4 (Abono completo) por lo que se llega a la conclusión que para obtener mejores rendimientos es necesario el uso de fertilización sintética.
- Se puede concluir que el tratamiento óptimo para el cultivo de banano fue el T4 (abono completo) ya que este brindo al cultivo los minerales necesarios para poder alcanzar altas producciones.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda la utilización de abonos orgánicos en compañía de pequeñas dosis de fertilizantes sintéticos para mejorar los resultados en el desarrollo vegetativo de plantas de banano sin llegar a utilizar fertilizantes sintéticos en altas dosis que causan daños al medio ambiente.
- Para mejorar el rendimiento en las plantas de banano y aumentar la producción se recomienda usar dosis intercaladas de abonos orgánicos y fertilizantes sintéticos.
- Se recomienda realizar aplicaciones de abonos orgánicos con un intervalo de 15 días para lograr alcanzar los rendimientos deseados y disminuir en gran cantidad el uso de fertilizantes sintéticos.

CAPITULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

1. Tovar-Burbano F,E. Comportamiento agronómico con la aplicación de gallinaza en el cultivo de banano (*Musa spp*), en época de invierno en el cantón Quevedo. Quevedo, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2014.
2. Alakonya A, Kimunye J, Mahuku G, Amah D, Uwimana B, Brown A, et al. Progress in understanding *Pseudocercospora* banana pathogens and the development of resistant *Musa* germplasm: Plant pathology; 2018.
3. Maldonado K. Elaboracion de jalea de banano para su comercializacion en el cantón Quito, provincia de Pichincha. Quito, Ecuador: Universidad de las Americas, Facultad de Ingenieria; 2010.
4. Soto M. Bananos: Conceptos básicos Cartago: Tecnológico de Costa Rica; 2014.
5. Delgado-Holguín A,M. Aplicación de fertilizante orgánico y su impacto en la productividad del cultivo de banano en la empresa Primefenix S.A. Quevedo, Ecuador: Universidad Tecnica Estatal de Quevedo; 2015.
6. Vásquez-Castillo W, Racines-Oliva M, Moncayo P, Viera W, Seraquive M. Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de banano orgánico *Musa acuminata* en el Ecuador. Enfoque UTE. 2019; 10(4): p. 57-67.
7. Alcívar J, Nora C, Vasquez C. First report of *Raoiella indica* Hirst (*Acari:Tenuipalpidae*) in Province of Manabí, Ecuador. International Journal of Acarology. 2020;; p. 1-3.
8. Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2020. Quito.
9. Ruíz M, Ureña M. Situación actual y perspectivas del mercado del plátano. Economic Research Service (ERS) –USAID –MIDAS; 2018.
10. Mosquera B. Abonos orgánicos: Protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos; 2010.
11. Gómez M. Efectos de la suma térmica en el desarrollo de racimos de banano (*Musa acuminata* AAA) en dos zonas productoras distintas. Tesis de pregrado. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2017.

12. Diario Portal Frutícola. www.portalfruticola.com. [Online]; 2016. Disponible en: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2016/08/13/conceptos-basicos-para-realizar-calculos-de-dosis-de-fertilizantes/>.
13. Pineda R. Centro de Investigación y promoción del campesino nuestros recursos, humus de lombriz preparación y uso. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - Pichilingue; 2006.
14. Instituto Nacional de Investigación Agraria. INIA: Producción y uso de Biol. Serie N° 2:Tecnologías apropiadas para la conservación in situ de los cultivos nativos. Lima, Perú: Instituto Nacional de Investigación Agraria; 2008.
15. Asociación Española de Fabricantes de Agronutriente. aefa-agronutrientes.org. [Online]; 2021. Disponible en: <https://aefa-agronutrientes.org/glosario-de-terminos-utiles-en-agronutricion/humus#:~:text=Se%20denomina%20humus%20a%20la,microorganismos%20como%20hongos%20y%20bacterias.>
16. Arévalo H,G, Puglla C, Danilo J. Valoración nutricional de la gallinaza para alimentación animal y procesos industriales. Tesis de posgrado. ESPE, Universidad de las Fuerzas Armadas; 2018.
17. Infoagro. www.infoagro.com. [Online]; 2010. Acceso 23 de Juliode 2022. Disponible en: http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/platano.htm.
18. Dávila-Cuesta J, Moreira-Coello D. Propiedades nutricionales del banano en la alimentación escolar. Guayaquil: Universidad de Guayaquil; 2014.
19. Tumbaco A. Manual del cultivo de plátano de exportación 2015.
20. Mendoza A. Efecto del tamaño de plantas y uso de fitorreguladores sobre el enraizamiento y calidad de plántulas de plátano propagadas en cámara térmica. Calceta, Ecuador: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López; 2020.
21. Canchignia H, Espinoza M, Benavides G, Saucedo S, Carranza M, Cevallos O. Propagación vegetativa de plátano y banano con la aplicación de Benzilaminopurina (6-Bap) y Acido Indolacetico (AIA). Revista de Ciencia y Tecnología. 2008; 1(1): p. 11-15.

22. Nadal R, Manzo G, Orozco J, Guzmán S. Diversidad genética de bananos y plátanos (*Musa spp.*) determinada mediante marcadores rapd. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 2009; 32(1): p. 1-7.
23. Proaño C. Investigación de mercado para la exportación y la comercialización de banana deshidratada a Irlanda. Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos para optar por el título de Licenciada en Ciencias Económicas y Administrativas mención Negocios Internacionales. Quito; 2012.
24. Patiño M, Tumbaco A. Manual del cultivo de banano de exportación. Santo Domingo; 2016.
25. Rozier A. Agricultura Botánica: Editorial MAXTOR; 2018.
26. Viteri A. Agricultura Org; 2008.
27. Aguilar-Ramón R. La Producción Y Exportación Del Banano Y Su Incidencia En La Economía Ecuatoriana En El Periodo 2008 - 2013. Guayaquil.
28. Osundare O,T, Fajinmi A,A, Okonji C,J. Effects of organic and inorganic soil amendments on growth performance of plantain (*Musa paradisiaca* L.). *African Journal of Agricultural Research*. 2014; 10(3): p. 154-160.
29. Torres J, Sánchez J, Cayón G, Magnitskiy S, Darghan A. Accumulation of dry matter and nitrogen contents in banana 'Williams' (*Musa* AAA) plants in Uraba. *Revista Agronomía Colombiana*. 2014; 32(3): p. 349-357.
30. Robinson J, Galán V. Plátanos y bananas. Segunda ed. Madrid: Mundi Prensa Ed.; 2011.
31. Hernández Y, Marín M, García J. Respuesta en el rendimiento del plátano(*Musa* AAB cv. Hartón) en función de la nutrición mineral y su ciclo fenológico. Parte I: Crecimiento y producción. *Revista de la Facultad de Agronomía*. 2007; 24(4): p. 607-626.
32. Rodríguez V, Rodríguez O. Normas foliares DRIS para el diagnóstico nutricional del banano (*Musa* AAB subgrupo banano cv Hartón). *Revista de la Facultad de Agronomía*. 2017;(14): p. 285-296.
33. Libreros S. La caña de azúcar fuente de energía: Compostaje de residuos industriales en Colombia. *Revista Tecnicaña*. 2012; 28: p. 13-14.

34. Evanylo G, Sheron C, Spargo J, Starner D, Brosius M, Haering K. Soil and water environmental effects of fertilizer manure, and compost-based fertility practices in an organic vegetable cropping system. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2008; 127: p. 50-58.
35. Torres L. Evaluación de 6 abonos orgánicos, como complemento a la fertilización tradicional en el cultivo de rosas (*Rosa* sp) variedad Freedom en la “Empresa ANNIROSES S.A.” Tabacundo - Ecuador. Tesis de pregrado. Quito, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana; 2016.
36. Amelung W, Bossio D, De Vries W, Kogel-Knabner I. Towards a global-scale soil climate mitigation strategy. *Nature Communications.* 2020; 11.
37. Tang C, Li Y, Song J., Antonietti M, Yang F. Artificial humic substances improved microbial activity for binding CO₂. *iScience.* 2021; 24(6).
38. Yagodin B,A, Smirnov P, Peterburgs K,A. Agroquímica, Tomo I y II: Editorial Mir Moscú Ed.; 1986.
39. Cantarero R, Martínez O. Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno, y un fertilizante mineral) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Variedad NB-6. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria; 2002.
40. Campoverde DA. Efecto del abono orgánico en el cultivo de la soya glycine max, variedad iniap 307. [Online]; 2006. Disponible en: http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/169/1/CD052_NO_DISPONIBL E.pdf.
41. Medina ÁL, Blandón L. Efecto de fertilizantes orgánicos y sintéticos en el crecimiento y rendimiento del cultivo de soya (*Glycine max* (L) merrill), El Plantel, Masaya, 2009. [Online].; 2010.. Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/2118/1/tnf04m491.pdf>.
42. Zapata FA, Mejía NG. Evaluación del rendimiento del cultivo de soja. [Online].; 2011.. Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/2151/1/tnf01z35.pdf>.
43. Tovar D. Comportamiento agronómico del banano con dos biofertilizantes orgánicos en la época de verano : Universidad Tecnica Estatal de Quevedo; 2016.
44. Travieso MG, Lambert T, Pupo YG, Tamayo LA, Gómez R, Galindo WR, et al. Respuesta productiva del banano a diferentes dosis de abonos orgánicos en suelo Pardo Sialítico. *Centro Agrícola*, 45(3). 2018;; p. 37-43. <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v45n3/0253-5785-cag-45-03-37.pdf>.

45. Sandrakirana R, Arifin Z. Estudio de la aplicación de fertilizantes orgánicos y químicos en la producción de banano en suelo seco. Rev. Fac. Nac. Agron., 74(3). 2021;; p. 9643-965. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n3.90967>.
46. INIAP. Anuario Meteorológico: 2017.
47. Barrera J, Combatt E, Ramírez Y. Efecto de abonos orgánicos sobre el crecimiento y producción del plátano Hartón (*Musa* AAB). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. 2009; 5(2): p. 195-208.
48. Román M. Efecto de la combinación de humus líquido y microorganismos en el desarrollo y producción de banano (doctoral dissertation. Tesis doctoral. Milagro, Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador; 2023.
49. Orozco Romero J. Fertilizantes orgánicos y su aplicación en el cultivo de banano. Memorias del taller internacional sobre producción de banano orgánico y, o, ambientalmente amigable. 1998; 1: p. 82-88.
50. Barrera J, Combatt E, Ramirez Y. Effect of organic fertilizers on growth and production of the Harton plantain (*Musa* AAB). REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS. 2011; 5(2).
51. Cadena R. Efecto de abonos organicos fermentados en banano (*Musa acuminata*) cv. “Gran enano” en la region de Alto Beni La Paz: Universidad Mayor de San Andres ; 2005.
52. Quezada A. Efecto de un fertilizante orgánico en la producción de banano en el cantón balao provincia del guayas Machala: Universidad Tecnica de Machala; 2017.
53. Tobar F. Comportamiento agronómico con la aplicación de abonos organicos en el cultivo de banano (*Musa* spp), en época de invierno en el Cantón Quevedo Quevedo: Universidad Tecnica Estatal de Quevedo; 2013.

CAPITULO VII
ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo A. Análisis de varianza Altura de planta 30 días (m)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura 30 días (m)	50	0,50	0,45	9,70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,66	4	0,67	11,15	<0,0001
tratamientos	2,66	4	0,67	11,15	<0,0001
Error	2,69	45	0,06		
Total	5,35	49			

Anexo B. Análisis de varianza Altura de planta 60 días (m)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura 60 días (m)	50	0,62	0,58	7,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,22	4	0,81	18,03	<0,0001
tratamientos	3,22	4	0,81	18,03	<0,0001
Error	2,01	45	0,04		
Total	5,24	49			

Anexo C. Análisis de varianza Altura de planta 90 días (m)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura 90 días (m)	50	0,38	0,32	5,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,76	4	0,19	6,89	0,0002
tratamientos	0,76	4	0,19	6,89	0,0002
Error	1,24	45	0,03		
Total	1,99	49			

Anexo D. Análisis de varianza Diámetro del pseudotallo 30 días (cm)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro 30 días (cm)	50	0,41	0,36	3,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	130,36	4	32,59	7,90	0,0001
tratamientos	130,36	4	32,59	7,90	0,0001
Error	185,56	45	4,12		
Total	315,92	49			

Anexo E. Análisis de varianza Diámetro del pseudotallo 45 días (cm)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro (cm)	50	0,59	0,55	3,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	277,72	4	69,43	16,14	<0,0001
tratamientos	277,72	4	69,43	16,14	<0,0001
Error	193,59	45	4,30		
Total	471,31	49			

Anexo F. Análisis de varianza Diámetro del pseudotallo 60 días (cm)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro 60 días (cm)	50	0,90	0,89	2,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	724,30	4	181,08	100,28	<0,0001
tratamientos	724,30	4	181,08	100,28	<0,0001
Error	81,26	45	1,81		
Total	805,56	49			

Anexo G. Análisis de varianza Número de hojas

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Numero de hojas	50	0,69	0,66	7,42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	40,48	4	10,12	25,30	<0,0001
tratamientos	40,48	4	10,12	25,30	<0,0001
Error	18,00	45	0,40		
Total	58,48	49			

Anexo H. Análisis de varianza Número de manos

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Numero de manos	50	0,72	0,69	8,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	69,52	4	17,38	28,34	<0,0001
tratamientos	69,52	4	17,38	28,34	<0,0001
Error	27,60	45	0,61		
Total	97,12	49			

Anexo I. Análisis de varianza Número de dedos

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Numero de dedos	50	0,92	0,91	3,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	943,92	4	235,98	132,74	<0,0001
tratamientos	943,92	4	235,98	132,74	<0,0001
Error	80,00	45	1,78		
Total	1023,92	49			

Anexo J. Análisis de varianza Peso del racimo

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso del racimo	50	0,69	0,66	10,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	382,32	4	95,58	24,93	<0,0001
tratamientos	382,32	4	95,58	24,93	<0,0001
Error	172,50	45	3,83		
Total	554,82	49			

Anexo K. Análisis de varianza Ratio

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ratio	50	0,69	0,66	10,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,96	4	0,24	24,93	<0,0001
tratamientos	0,96	4	0,24	24,93	<0,0001
Error	0,43	45	0,01		
Total	1,39	49			