



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EFFECTOS DE APLICACIONES NUTRICIONALES EDÁFICAS
COMPLEJOS NPK Y MEZCLAS FÍSICAS EN LA PRODUCCIÓN DE
BANANO EN LA GRANJA SANTA INÉS

ARMIJOS ESPINOZA BRYAN STEWARD
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

EFFECTOS DE APLICACIONES NUTRICIONALES EDÁFICAS
COMPLEJOS NPK Y MEZCLAS FÍSICAS EN LA PRODUCCIÓN
DE BANANO EN LA GRANJA SANTA INÉS

ARMIJOS ESPINOZA BRYAN STEWARD
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TRABAJO TITULACIÓN
TRABAJO EXPERIMENTAL

EFFECTOS DE APLICACIONES NUTRICIONALES EDÁFICAS COMPLEJOS NPK Y
MEZCLAS FÍSICAS EN LA PRODUCCIÓN DE BANANO EN LA GRANJA SANTA
INÉS

ARMIJOS ESPINOZA BRYAN STEWARD
INGENIERO AGRÓNOMO

ESPINOSA AGUILAR MARCOS ANTONIO

MACHALA, 24 DE SEPTIEMBRE DE 2021

MACHALA
2021

TESIS_ARMIJOS ESPINOZA BRYAN

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

4%

★ www.scribd.com

Fuente de Internet

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía

Activo

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

El que suscribe, ARMIJOS ESPINOZA BRYAN STEWARD, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado EFECTOS DE APLICACIONES NUTRICIONALES EDÁFICAS COMPLEJOS NPK Y MEZCLAS FÍSICAS EN LA PRODUCCIÓN DE BANANO EN LA GRANJA SANTA INÉS, 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, 24 de septiembre de 2021



ARMIJOS ESPINOZA BRYAN STEWARD
0706373974

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi madre Carmen Isabel Espinoza Moreno mis abuelos Fidel Espinoza y María Moreno quienes fueron un gran apoyo emocional durante el tiempo en que escribía esta tesis.

A mis Hermanos quienes me apoyaron todo el tiempo.

A mi Papa Miguel Luzuriaga quien me apoyo y alentó para continuar, cuando parecía que me iba a rendir.

A mis maestros quienes nunca desistieron al enseñarme, aun sin importar que muchas veces no ponía atención en clase, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí.

A todos los que me apoyaron para escribir y concluir esta tesis.

Para ellos es esta dedicatoria de tesis, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Este logro va primeramente dedicado a mi madre Carmen Isabel Espinoza Moreno mis abuelos Fidel Espinoza y María Moreno quien siempre me brindaron el apoyo necesario para formarme con rectitud y principios sobre todo al inicio de mis estudios superiores, dedicado a ellos quiénes batallaron hasta el último día de vida para verme cumplir este sueño que más allá de mío es nuestro.

Agradezco a mi Papa Miguel Arturo Luzuriaga Recalde que desde el primer momento que cursamos una clase juntos me brindo todo su apoyo incondicional, siempre dedicándome tiempo a informarme y acompañarme en este largo camino. A mi Hermana Dayana Espinosa quien me brindó asilo cuando no sabía a donde recurrir.

Estaré en deuda siempre con la institución que me formó y me vio crecer, con mis queridos profesores Marcos Antonio Espinosa y Abrahán Cervantes quien además de educarme y ofrecerme su amistad. Agradezco a cada docente, compañero y amigo que estuvo allí para mi prestándome su tiempo, amistad y apoyo en cada paso de mi formación.

Por último, pero no menos importante agradezco a Dios por haberlos conocido en esta maravillosa etapa de mi vida.

EFFECTOS DE LAS APLICACIONES NUTRICIONALES EDÁFICAS COMPLEJOS NPK Y MEZCLAS FÍSICAS EN LA PRODUCCIÓN DE BANANO EN LA FINCA SANTA INES.

Autor

Bryan Steward Armijos Espinoza

Tutor

Ing. Marcos Antonio Espinosa Aguilar

RESUMEN

Al pasar de los años el cultivo de banano ha presentado una gran demanda por los consumidores gracias a sus propiedades nutricionales, según las normativas expuestas actualmente las cuales propusieron para los países productores de banano, en Centro y Sur América, rangos de fertilización basados en contenidos nutricionales de referencia en suelo, de los cuales se usan N, P, K, Ca y Mg etc. Por ello se propuso el uso de diferentes dosis para la fertilización del cultivo de banano, el cual es un factor primordial para el desarrollo del fruto, garantizando niveles óptimos de rendimiento además de mantener los equilibrios fisiológicos requeridos por la planta para su normal funcionamiento. El uso de fertilizantes por lo general se basa en el uso de mezclas físicas es decir la mezcla de varios fertilizantes edáficos simples para su aplicación, la mayor cantidad de estudios encontrados se refiere a métodos de componentes NPK conocido generalmente como mezclas químicas, los cuales presentan varios aspectos positivos, aunque puede ser un poco inaccesible para agricultores con escasos recursos económicos, existe desinformación sobre la fertilización por la ausencia de estudios nativos, nuestros programas de fertilización están basados en estudios extranjeros dejando en duda si la aplicación es la correcta. La efectividad varía con la especie y las sustancias involucradas incluyendo la duración del proceso de absorción fluctúa en un amplio rango. El presente trabajo tiene carácter experimental cuyo objetivo es Analizar los efectos de las aplicaciones nutricionales edáficas entre complejos NPK y mezclas físicas en una plantación de banano variedad Williams. El presente trabajo se desarrolló en la plantilla de banano que se encuentra ubicada en la granja Santa Inés en los predios de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias (FCA) de la UTMACH, provincia de El oro – Ecuador. Se probó un diseño en bloques completamente al azar (3x3), en donde se controló

un factor de estudio (tres fertilizantes sintéticos de diferentes casas comerciales), con tres repeticiones y tres tratamientos. Tener en cuenta que la presencia de un factor no controlado (fertilidad del suelo) que puede afectar los resultados finales. Para esta situación se aplica esta técnica de bloqueo, que permite aislar este factor mediante los bloques, se establecieron 9 unidades experimentales. Todas las unidades experimentales tuvieron un área de 54 m² (18 m x 3 m), con un área neta de 486 m². Los tres tratamientos se fragmentaron en seis tratamientos de los cuales tres tratamientos se aplicaron con un periodo de un ciclo (un mes), los tres tratamientos restantes se aplicaron intercalado en un periodo de inter ciclo. Las variables a medir fueron: de crecimiento (altura de hijo - fuste de hijo - altura de planta madre - fuste de planta madre - longitud dedo en segunda mano - longitud dedo en última mano), de desarrollo (emisión foliar semanal - número de dedos de segunda mano - número de dedos de ultima mano - hoja de cosecha) y de rendimiento (ratio - peso - manos por racimo). Según los resultados obtenidos el tratamiento III de las mezclas físicas y complejos NPK fue el que mejor respondió frente a todas las variables establecidas en comparación a los otros dos tratamientos aplicados, seguido del tratamiento II y por último el tratamiento I mostrando ser el producto comercial con menores propiedades que impulsen el desarrollo del cultivo de banano variedad William.

Palabras claves: *Musa x paradisiaca*, banano, tratamientos, fertilizantes.

EFFECTS OF EDAPHIC NUTRITIONAL APPLICATIONS OF NPK COMPLEXES AND PHYSICAL MIXTURES ON BANANA PRODUCTION AT THE SANTA INES FARM.

Author

Bryan Steward Armijos Espinoza

Tutor

Marcos Antonio Espinosa Aguilar

ABSTRACT

Over the years the banana crop has presented a great demand by consumers thanks to its nutritional properties, according to the regulations currently exposed which proposed for banana producing countries in Central and South America, fertilization ranges based on reference nutritional content in soil, of which N, P, K, Ca and Mg etc. are used. Therefore, the use of different doses was proposed for the fertilization of the banana crop, which is an essential factor for the development of the fruit, guaranteeing optimum yield levels in addition to maintaining the physiological balances required by the plant for its normal functioning. The use of fertilizers is generally based on the use of physical mixtures, that is to say, the mixture of several simple edaphic fertilizers for their application. Most of the studies found refer to methods of NPK components generally known as chemical mixtures, which present several positive aspects, although they can be a little inaccessible for farmers with scarce economic resources, there is misinformation about fertilization due to the absence of native studies, our fertilization programs are based on foreign studies, leaving in doubt if the application is correct. The effectiveness varies with the species and the substances involved including the duration of the absorption process fluctuates in a wide range. The present work has an experimental character whose objective is to analyze the effects of edaphic nutritional applications between NPK complexes and physical mixtures in a banana plantation of the Williams variety. The present work was developed in the banana plantation located at the Santa Inés farm on the premises of the Academic Unit of Agricultural Sciences (FCA) of the UTMACH, province of El Oro - Ecuador. A completely randomized block design (3x3) was tested, where one study factor was controlled (three synthetic fertilizers from different commercial houses), with three replications and three

treatments. The presence of an uncontrolled factor (soil fertility) can affect the final results. For this situation, this blocking technique is applied, which allows isolating this factor by means of blocks, 9 experimental units were established. All experimental units had an area of 54 m² (18 m x 3 m), with a net area of 486 m². The three treatments were divided into six treatments, of which three treatments were applied with a period of one cycle (one month), the remaining three treatments were applied interspersed in an inter-cycle period. The variables to be measured were: growth (height of son - height of son - height of mother plant - height of mother plant - length of finger on second hand - length of finger on last hand), development (weekly leaf emission - number of fingers on second hand - number of fingers on last hand - harvest leaf) and yield (ratio - weight - hands per bunch). According to the results obtained, treatment III of the physical mixtures and NPK complexes was the one that responded best to all the established variables in comparison to the other two treatments applied, followed by treatment II and finally treatment I, showing to be the commercial product with the least properties that promote the development of the William variety banana crop.

Key words: *Musa x paradisiaca*, banana, treatments, fertilizers.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	12
OBJETIVO GENERAL	13
Objetivos específicos	13
2. REVISIÓN DE LITERATURA	14
2.1. Banano.....	14
2.1.1. Origen y Descripción	14
2.2. Factores que Afecta la Producción de Banano	14
2.3. Situación del mercado internacional	17
2.4. Producción Bananera en el Ecuador	18
2.4.1. Principales Productos	18
2.4.2. Principales Destinos	18
2.5. Principales importadores de productos ecuatorianos;Error! Marcador no definido.	
2.6. Superficie Bananera en el Ecuador	18
2.7. Clasificación Taxonómica del Banano.....	20
2.8. Requisitos Edafoclimáticos de Banano.....	21
2.8.1. Condiciones Climáticas	21
2.8.2. Condiciones Edáficas	21
2.8.3. Luminosidad	22
2.9. Variedad Williams.....	22
2.10. Nutrición del cultivo del banano	22
2.11. Importancia de la Fertilización en la Productividad y Calidad del Banano ..	23
2.12. Fertilización.....	24
2.13. Épocas de Aplicación de los Fertilizantes.....	25
2.14. Elementos minerales fundamentales del cultivo	26

2.14.1	Nitrógeno	27
2.14.2.	Potasio	27
2.14.3.	Fósforo.....	28
2.14.4.	Calcio	28
2.14.5.	Magnesio	28
2.14.6.	Azufre	29
2.14.7.	Zinc	29
2.14.8.	Boro	29
2.14.9.	Cobre	30
2.15.	Pérdidas en fertilizantes	30
2.15.1.	Lixiviación de los nutrimentos	30
2.15.2.	Volatilización	31
2.16.	Tipos de Fertilizantes	31
2.16.1.	Mezclas físicas.....	31
2.16.2.	Complejos NPK	32
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.1.	Ubicación del Ensayo	33
3.1.1.	Ubicación Geográfica	34
3.2.	Materiales.....	34
3.3.	Fertilizantes usados	35
3.3.1.	Mezclas Físicas	35
3.3.2.	Complejos NPK.....	35
3.4.	Tratamientos.....	35
3.5.	Diseño experimental.....	36
3.5.1.	Especificaciones del diseño.....	37
3.5.2.	Modelo matemático.....	38
3.6.	Variables a medir	38

3.7.	Datos de medición y evaluación	39
3.7.1.	Crecimiento	39
3.7.2.	Desarrollo.....	40
3.7.3.	Rendimiento.....	40
3.8.	Procedimiento estadístico	41
4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	42
4.1.	Parámetros de crecimiento.....	42
4.1.1.	Altura de hijo.....	42
4.1.2.	Fuste de hijo.....	43
4.1.3.	Altura de planta madre	44
4.1.4.	Fuste de planta madre	46
4.1.5.	Longitud dedo en segunda mano	47
4.1.6.	Longitud dedo en última mano	48
4.2.	Parámetros de desarrollo.....	50
4.2.1.	Emisión foliar Semanal.....	50
4.2.2.	Número de dedos de segunda mano	51
4.2.3.	Número de dedos de última mano	52
4.2.4.	Hojas de cosecha	54
4.3.	Parámetros de producción.....	55
4.3.1.	Ratio	55
4.3.2.	Peso Neto.....	57
4.3.3.	Manos por racimo	59
5.	CONCLUSIONES.....	61
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	62
7.	ANEXOS.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de las exportaciones ecuatorianas de economía popular y solidaria (2015 – 2019)	17
Figura 2. Plan de fertilización en banano	26
Figura 3. a) La provincia de El Oro en el Ecuador, b) El cantón de Machala en la provincia de El Oro y c) La ubicación del experimento en el cantón de Machala	33
Figura 4. Croquis del experimento	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales importadores de productos ecuatorianos (2018 – 2019)	¡Error!
Marcador no definido.	
Tabla 2. Provincias del Ecuador productoras de banano	19
Tabla 3. Hectáreas vs productores	19
Tabla 4. Híbridos comerciales de banano	20
Tabla 5. Elementos exportados en la fruta (kg/ha/año)	24
Tabla 6. Fertilizantes aplicados.....	36
Tabla 7. Especificaciones del diseño	37
Tabla 8. Prueba de efectos inter-sujetos para la altura del hijo.....	42
Tabla 9. Prueba de efectos inter-sujetos para el fuste del hijo de la planta	43
Tabla 10. Prueba de efectos inter-sujetos para la altura de la madre	45
Tabla 11. Prueba de efectos inter-sujetos para el fuste de la planta madre.....	46
Tabla 12. Prueba de efectos inter-sujetos para la longitud dedo en segunda mano	47
Tabla 13. Prueba de efectos inter-sujetos para la longitud dedo en ultima mano.....	49
Tabla 14. Prueba de efectos inter-sujetos para la emisión foliar	50
Tabla 15. Prueba de efectos inter-sujetos para el número de dedos de segunda mano.....	51
Tabla 16. Prueba de efectos inter-sujetos para el número de dedos de última mano.....	53
Tabla 17. Prueba de efectos inter-sujetos para el número de hojas a la cosecha	54
Tabla 18. Prueba de efectos inter-sujetos para la ratio del banano	56

Tabla 19. Prueba de efectos inter-sujetos para el peso neto de los racimos de banano cosechados58

Tabla 20. Prueba de efectos inter-sujetos para el número de manos por racimo59

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Efecto de los tratamientos sobre la altura del hijo del cultivo de banano.....43

Gráfico 2. Efecto de los tratamientos sobre el fuste de hijo de la planta44

Gráfico 3. Efecto de los tratamientos sobre la altura de la planta madre.....45

Gráfico 4. Efecto de los tratamientos sobre el fuste de la planta madre47

Gráfico 5. Efecto de los tratamientos sobre la longitud dedo en segunda mano48

Gráfico 6. Efecto de los tratamientos sobre la longitud dedo en última mano49

Gráfico 7. Efecto de los tratamientos sobre la emisión foliar evaluada semanalmente.....51

Gráfico 8. Efecto de los tratamientos sobre el número de dedos de segunda mano52

Gráfico 9. Efecto de los tratamientos sobre el número de dedos de última mano53

Gráfico 10. Efecto de los tratamientos sobre el número de hojas a la cosecha55

Gráfico 11. Efecto de los tratamientos sobre el ratio de los racimos de banano57

Gráfico 12. Efecto de los tratamientos sobre el peso neto de los racimos de banano cosechados58

Gráfico 13. Efecto de los tratamientos sobre el número de manos por racimo60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Preparación de los fertilizantes69

Anexo 2. Tratamientos.....69

Anexo 3. Fertilización Edáfica70

Anexo 4. Evolución de la hoja bandera70

Anexo 5. Altura de planta madre e hija71

Anexo 6. Fuste de planta71

Anexo 7. Producción y toma de datos de racimos.....72

Anexo 8. Peso del racimo72

INTRODUCCIÓN

El Banano es un cultivo de alta demanda nutricional, propusieron para los países productores de banano, en Centro y Sur América, rangos de fertilización basados en contenidos nutricionales de referencia en suelo, para N, P, K, Ca y Mg (Bruulsema et al., 2013). Por lo tanto, el uso de dosis óptimas de fertilización corresponde a un factor esencial para garantizar niveles óptimos de rendimiento además de mantener los equilibrios fisiológicos requeridos por la planta para su normal funcionamiento (IFA, 1992).

Entre los problemas comunes en la producción de banano existe, la ausencia de datos confiables tomados en campo que sean originarios de nuestro país, causando pérdidas en todo sentido a la hacienda bananera, desde el inicio del crecimiento de las plantas el desarrollo de las mismas y rendimiento económico (Vinet & Zhedanov, 2010).

La fertilización juega un papel importante ya que por esta práctica se logra una adecuada nutrición que contribuye a que el racimo reúna mejores características, tanto en calidad como en peso. Al momento que el productor nota problemas de fertilización en su hacienda tiende a recurrir a las mezclas físicas (FAO, 2000). En la presente investigación se busca encontrar la solución más rentable para la aplicación de fertilizantes en banano.

La ausencia de fertilización o cuando tienen índices bajos de fertilización el suelo está entre las primeras restricciones para tener un crecimiento, rendimiento y producción de óptimas condiciones de cualquier cultivo, aun así, el banano es más susceptible a esas ausencias. La fertilidad del suelo puede ser manejada por diferentes métodos de implementación de fertilizantes entre ellos los más comunes para el cultivo de banano son las mezclas físicas y complejos NPK sin embargo el agricultor debe prevenir los posibles problemas con los nutrientes a fin de tomar decisiones correctas respecto al tipo y a la tasa de aplicación de los fertilizantes necesarios (Gómez & Aguilar, 2016).

El uso de fertilizantes por lo general se basa en el uso de mezclas físicas, la mayor cantidad de estudios encontrados se refiere a métodos de componentes NPK, los cuales

presentan varios aspectos positivos, aunque puede ser un poco inaccesible para agricultores con escasos recursos económicos (Teixeira et al., 2002).

Cómo lo anteriormente mencionado existe desinformación sobre la fertilización por la ausencia de estudios nativos, nuestros programas de fertilización están basados en estudios extranjeros dejando en duda si la aplicación es la correcta. La efectividad varía con la especie y las sustancias involucradas y la duración del proceso de absorción fluctúa en un amplio rango.

OBJETIVO GENERAL

Analizar los efectos de las aplicaciones de nutrientes edáficos entre complejos NPK y mezclas físicas en una plantación de banano variedad Williams

Objetivos específicos

- Evaluar variables de desarrollo, crecimiento y rendimiento del cultivo de banano comparando complejos NPK versus mezclas físicas.
- Determinar el mejor de los tratamientos en producción entre las mezclas físicas y los complejos NPK en una plantación de banano variedad Williams

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Banano

2.1.1. Origen y Descripción

Se presume que el banano se originó desde el Sureste Asiático, donde las culturas primitivas empezaron a propagarlos hace unos diez mil años y se han encontrado registros de huellas fósiles en Papúa Nueva Guinea (Lescot T., 2016). Actualmente se presentan diversas teorías que estiman la llegada del cultivo de banano a la América de la especie acuminata y especie balbisiana. Una de las teorías anuncia que la llegada del cultivo hace aproximadamente 2000 años con la llegada de los españoles en la época de la colonización y otra de las teorías afirma que el banano arribó por medio de la vía de las islas canarias donde se introdujo la fruta por parte de los europeos colonizadores (Gonzabay R., 2016).

Este cultivo se lo considera una hierba gigante, el producto de aprovechamiento se encuentra en el racimo, el fruto es rico en hidratos de carbono los cuales son fácilmente asimilados por el ser humano y aportan grandes nutrientes energéticos; la planta está compuesta por dos partes, en la primera se encuentra desde las raíces, el cormo y los hijos; la otra parte la conforma el pseudotallo, las hojas, y el racimo (Seraquive C., 2017).

2.2. Factores que Afecta la Producción de Banano

Existe una clasificación general para los factores internos o genéticos y los factores externos o medio ambientales que modifican por completo el desarrollo y producción del cultivo (Robinson, 1993). Dentro de los factores internos van en relación a las variedades o cultivares que se empleen, por otro lado, en los factores externos afectan las condiciones del lugar; como el clima, las horas sol, las precipitaciones, etc. También se tiene en cuenta los agentes bióticos, donde priman los organismos o entes vivos tanto benéficos como

perjudiciales para la producción, las intervenciones del hombre que controlan y modifican las condiciones, y forman agroecosistemas (Yepes & Silveira, 2011).

Dentro de los factores que afectan indirectamente al banano y coexisten en gran medida con respecto a los factores genéticos que son fundamentales para el crecimiento y la producción de las plantas. Se debe recalcar que dentro de los factores genéticos se aborda la existencia de clones de banano los cuales fueron desarrollados para que se adapten a las condiciones de la zona, tenga una alta tolerancia a las plagas y que tenga altos índices de producción que se vean reflejados en el rendimiento (Dita et al., 2020).

En la actualidad se trabaja con una gran gama de clones que se encuentran disponibles en el mercado bananero, los factores genéticos no tienen un mayor impacto comparado con los factores ambientales los cuales por lo general repercuten en la producción (Palacios et al., 2019).

Se debe tener muy en cuenta la importancia de la intervención de los factores externos, los cuales marcan la producción (FAO, 2015). Los vocablos horas luz o brillo solar se usa de forma errónea como sinónimos, siendo el brillo solar el que mide la cantidad de horas luz directa del sol que se encuentra sin presencia de nubes, y las horas luz hace referencia a la cantidad total de horas luz en un día, sin tomar en cuenta la presencia o ausencia de nubosidad. Entre los errores comunes se tiene que si la producción es baja es culpa de la zona y no se toma en cuenta el manejo agronómico, el clima o hasta el tipo de suelo (Nívelo J., 2017).

Es de gran relevancia mencionar que, para mejorar el manejo agronómico el productor debe implementar nuevas técnicas o prácticas agrícolas que le permitan mejorar el rendimiento a futuro. Las principales técnicas son: el manejo de las densidades de siembra, el deshije, el repoblamiento de las espacios en blanco en campo, el control de arvenses, planes de fertilización, controles de plagas y enfermedades, el riego y drenaje de los canales, entre otros (López & Espinoza, 1995).

La fertilización es de gran importancia ya que por medio de ella se otorga nutrientes siendo un aspecto primordial para el manejo de banano para tener una gran cantidad de

biomasa en un corto periodo de tiempo así siendo más productivo obteniendo mayores ganancias económicas (Torres J., 2016).

El crecimiento y desarrollo de la planta en conjunto son mecanismos fisiológicos muy complejos, donde interviene la fotosíntesis y la respiración del cultivo, procesos que ayudan a la formación de carbohidratos, proteínas y otros compuestos que tienen como finalidad el llenado del racimo. Los procesos anteriormente mencionados funcionan de mejor manera con una nutrición mineral adecuada (Ruiz, 2017).

Las prácticas agrícolas que se realizan adecuadamente, se reflejan los resultados con una óptima nutrición que contribuye a que el racimo reúna las mejores características, tanto en calidad como en cantidad (Nivelo J., 2017).

Con el pasar de los años se han realizado diferentes y abundantes investigaciones para determinar los roles de cada nutriente en el desarrollo y rendimiento de los cultivares teniendo mayor énfasis en el cultivo de banano. Estas investigaciones han generado una premisa informativa que está disponible para los pequeños y medianos productores que buscan mayor producción en poco espacio al mejorar la nutrición del cultivo (Torres et al., 2014).

El adecuado suministro de nutrientes a través de la fertilización, es primordial para obtener el máximo potencial productivo de las plantas. Este simple concepto se basa en el hecho de que existen inmensas cantidades de factores que regulan el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas. El conglomerado de factores determinan las dimensiones del rendimiento del banano (Salmerón & García, 1994).

Las condiciones particulares de mercado de los últimos años y el advenimiento de nuevas tecnologías como la biotecnología que se generaron por la necesidad y la posibilidad de maximizar la producción y cosechas que proporcionen rendimientos aceptables para las exportaciones. Lográndolo mediante un apropiado manejo de la nutrición del cultivo de forma integrada con los demás factores que regulan la producción (Trigo et al., 2002).

De la misma manera, existe un énfasis en las prácticas agrícolas en el cultivo de banano que se busca desarrollar nuevas formas de obtener mayores rendimientos en el

menor tiempo, sin perder de vista que se tiene que tener en cuenta las buenas condiciones internas y externas. Los procesos óptimos se encuentran cuando se tiene control de las condiciones y así se potencia el apoyo a la producción de la cosecha (CNUCED, 2016).

Con frecuencia se incide de forma errónea al intentar mejorar las plantaciones basándose únicamente en un programa de fertilización y no fijarse en otros factores que limitan la producción. En términos simples, es imposible realizar correcciones de situaciones como el exceso o escasez de humedad o un fuerte ataque de nematodos, con simplemente programas de nutrición (Cubas, 2019).

La fertilización siendo uno de sus principales objetivos otorgar valores de la nutrición del cultivo enfatizando que la fertilización debe invariablemente ser manejado de forma distinta ya que existen distintos factores de la producción para hacer eficiente el uso de cualquier fertilizante que se vaya a usar y dependiendo de las necesidades que requiera la plantación (Torres J., 2016).

2.3.Situación del mercado internacional

Según la información obtenida de las exportaciones de economía popular y solidaria, anuncia que existe un incremento de la Tasa de Crecimiento Promedio Anual (TCPA) de 2,19% en valor monetario y 2,32% en volumen entre el 2015 y 2019. Esto a pesar que en el último año se reflejaron ventas al exterior por USD 307.157 miles y 542.520 Toneladas por hectáreas; lo cual representó una disminución del 24,03% en valor FOB y 29,47% en volumen con respecto al 2018, esto se debe al bajón de importaciones del cultivo en la Unión Europea. Las provincias de El Oro, Guayas y Pichincha concentraron el 91,99% de las ventas FOB EPS al exterior en 2019, y adicionalmente el sector representó el 2,25% de las exportaciones no petroleras. (2,41% en 2015 y 3,16% en 2019) (ProEcuador, 2019).



Figura 1. Evolución de las exportaciones ecuatorianas de economía popular y solidaria (2015 – 2019)

Fuente: ProEcuador, (2019)

2.4. Producción Bananera en el Ecuador

2.4.1. Principales Productos

El banano es el producto de comercio justo que más se consume a nivel mundial registrando datos de 686.603 toneladas métricas distribuidas en el 2018 (7,08% más que en 2017), liderado por las ventas en mercados maduros como Francia y Países Bajos. En el Ecuador el banano es el principal producto de exportación Fairtrade, registrando ventas superiores de USD 90.987 miles en 2019, seguido por flores con USD 62.376 miles y cacao en grano con USD 18.982 miles (Oferta de productos FAIRTRADE de Ecuador al mundo – Miles USD) (ProEcuador, 2019).

2.4.2. Principales Destinos

Los productos de comercio justo fueron consumidos en el 2018, en más de 158 países. Reino Unido, Alemania, Estados Unidos y Países Bajos se ubican a la cabeza, pero también el concepto de fairtrade ha alcanzado mercados no tradicionales como Japón, Australia, Nueva Zelanda, Brasil, Sudáfrica y otras naciones. Las exportaciones fairtrade ecuatorianas tuvieron, en el año 2019, como primer destino a los Estados Unidos, registrando USD 50.854 miles, a pesar de una disminución del 4,18% comparado con el 2018; luego se encuentra Holanda con USD 40.975 miles y tercero Alemania con USD 17.068 miles (ProEcuador, 2019).

2.5. Superficie Bananera en el Ecuador

Según datos oficiales del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, información tomada en el 2009, los principales sectores que producen banano en el Ecuador son la provincia de El Oro, Guayaquil y Los Ríos, seguidas de otras provincias de la Costa ecuatoriana. Con cantidades que sorprendieron con valores de ciento setenta mil ochocientas noventa y siete hectáreas, información resumida que se puede apreciar en la (**Tabla 2**) (Vinet & Zhedanov, 2010):

Tabla 1. Provincias del Ecuador productoras de banano

EL ORO (Has.)	GUAYAS (Has.)	LOS RÍOS (Has.)	OTRAS (Has.)	Total
49 129,50	50 719,04	56 045,98	15 002,02	170 896,54

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador

A su vez, según la misma fuente, el rango de hectáreas por productor, a esa fecha, se puede apreciar en la (**Tabla 3**).

Tabla 2. Hectáreas vs productores

RANGO	PRODUCTORES	Has.
0.0 Ha a 5.00 Has	2 384	7 519.09
5.01 Has a 10.00 Has	1 690	13 415.93
10.01Has a 20.00 Has	1 292	20 059.19
20.01 Has a 50.00 Has	1 227	40 945.13
50.01 Has a 100.00 Has	494	35 960.73
Más de 100 Has	247	52 996.47
TOTAL	7 334	170 896.54

Por lo tanto:

Las áreas son distribuidas por rangos que se encuentran en extremos es decir se concentra en el rango de 0 a 5 Has y más de 100 Has:

- Un 3,41% del total de productores que inscribieron sus tierras controlan el 30,13% del área total inscrita, en extensiones que superan 100 hectáreas.
- Mientras un 71,04% de los productores que a nivel nacional están inscritos controlan el 24% del total del área, en extensiones que no superan las 20 hectáreas.

2.6. Clasificación Taxonómica del Banano

Molina G., (2016) anuncia la clasificación taxonómica de la siguiente manera:

Reino: Plantae
 División: Magnoliophyta
 Clase: Liliopsida
 Orden: Zingiberales
 Familia: Musaceae
 Género: Musa
 Especie: Acuminata

El banano pertenece a la familia Museaceae, se suele presentar como diploide, triploides o tetraploides, también poseen genomas de Acumicata o Balbisina y existen híbridos entre estos dos genomas, en la (Tabla 4) se puede apreciar los más comerciales (Martínez, 1998):

Tabla 3. Híbridos comerciales de banano

GENOMA	NOMBRE COMÚN
AA	Bocadillo, <u>Chirario</u> , <u>Chiro</u> , Banano Oro (originados en Malasia)
<u>AAA</u>	Banano Común o Gros Michel con sus variantes
<u>AAB</u>	Plátano dominico, Dominico-hartón, Hartón, <u>Hortaeta</u> , <u>Bourokou</u> , etc. (Originados en India)
<u>ABB</u>	<u>Pelipita</u> , Cachaco, Topocho (Originado en india)
<u>ABBB</u>	<u>Treparoid</u> (Originado en el sudeste de Asia)

Los bananos de mayor son los triploides y entre sus mayores representantes se tiene a los del grupo AAA como el Gros Michel y el subgrupo Cavendish. En el grupo AAB se los conoce por sus usos en la cocina, teniendo más de 150 variedades y como más conocido se tiene al banano macho, y en el ABB se tiene a los nativos y robustos que también se los emplea en la cocina como el Chato o Bluggoe, Saba, Pelipita, etc. (UNCTAD, 2016).

2.7.Requisitos Edafoclimáticos de Banano

Es de origen tropical, con gran demanda de humedad dado que su sistema radicular y gran parte del cormo exigen grandes cantidades de agua. Se desarrolla de mejor manera en suelos ricos en potasio, arcillo – silicios y calizos (Chinchilla & Rojas, 2004), citado por (Seraquive C., 2017)

2.7.1. Condiciones Climáticas

El factor climático es de gran relevancia e incide drásticamente en el desarrollo de las plantas, las temperaturas máximas pueden oscilar entre los 21°C a 30°C, la media optima se encuentra en los 27°C y puede soportar temperaturas bajas no menores de 15,5°C, ya que puede ocasionar un retardo en el ciclo, y así mismo si experimenta temperaturas mayores de 40°C puede deshidratarse con facilidad y para ello aumentarían los tiempos de riego que compensen los procesos de evapotranspiración (NATURLAND., 2001) citado por (Seraquive C., 2017).

2.7.2. Condiciones Edáficas

Se desarrolla de forma óptima en suelos con una clase textural franco arenoso, arcilloso, limo arcilloso y franco limosa. Debe tener un buen porcentaje de materia orgánica el cual se refleja en la fertilidad del suelo en especial con sustancias nitrogenadas, permeable y con una profundidad efectiva de 1.2 a 1.5 m y con un buen drenaje. Tolera fácilmente a suelos ácidos que se encuentren en un rango de pH de 4.5 a suelo alcalinos de 8.0 y siendo 6.5 como un valor óptimo de pH. Independientemente de las condiciones en las que se encuentre el suelo, el cultivo del banano se mantiene de forma óptima en terrenos planos con pendientes de 0 a 1 %, porque a mayor pendiente las plantas pueden volcarse por el peso del racimo (InfoAgro, 2018).

2.7.3. Luminosidad

Es un factor de gran relevancia puesto que la planta aprovecha las horas de sol para realizar procesos fotosintéticos que le sirvan posteriormente como fuente energética, esto acelera su metabolismo y así se logra un desarrollo acelerado para el cultivo (Soto, 1991) citado por (Seraquive C., 2017).

2.8. Variedad Williams

Esta variedad es un cultivo de gran rendimiento y calidad en los racimos cosechados, presenta características que la convierten en una opción muy viable para producir, con un pseudotallo mediano, fuerte y con un sistema radicular robusto. Tolera y se adapta a condiciones extremas de los climas tropicales, aunque es muy susceptible al ataque de nematodos y a la sigatoka negra. Produce racimos de buen tamaño, con un tamaño promedio de dedos de 20 cm y de 39 a 46 mm de ancho. La fruta esta lista a la cosecha de 10 a 12 semanas después de la aparición de la bellota (Seraquive C., 2017).

El pseudotallo es mediano a grande con una altura que varía de 3,5 y 4,0 m, tiene las hojas erguidas y siempre hacia la dirección del sol. En comparación a la variedad Gran naine, su potencial fotosintético es un poco reducido y no va resistir de mejor manera el ataque de las enfermedades, por lo que el control de las podas debe ser tomada con mayor precisión (Vidya S., 2016).

En el Ecuador esta variedad es de gran impacto en las exportaciones bananeras, al representar el 36% de ellas. Por otro lado, en la provincia de El Oro se concentra el 41% de productores del país, seguido de la provincia del Guayas con el 34% y Los Ríos con un 16%, siendo estos antes mencionados los principales productores de banano del país (Vidya S., 2016).

2.9. Nutrición del cultivo del banano

El cultivo de banano en gran medida es eficaz y de gran rendimiento, en relación de la biomasa que produce en un tiempo relativamente corto, por ello exige de grandes suministros de nutrimentos que pueden estar disponibles en el suelo dependiendo de la explotación y reposición del mismo, y de nutrientes que toma de residuos vegetales de cosechas anteriores, pero para mejorar las cosechas y obtener mayor rentabilidad, se adiciona fertilizantes de origen sintético u orgánico en cantidades y proporciones por lo menos iguales o similares a los nutrientes extraídos por la cosecha. Mediante esta práctica agrícola que se presenta como un importante rubro económico se logra mantener una óptima nutrición directa para los racimos tanto en calidad como en peso (Medina & Mora, 2017).

2.10. Importancia de la Fertilización en la Productividad y Calidad del Banano

Su importancia radica en la aplicabilidad de nutrientes adecuados que ayuden e incrementen el crecimiento de la planta y desarrollo del racimo, los cuales favorecen a una serie de complejos procesos fisiológicos como la fotosíntesis y la transpiración que conforma carbohidratos, proteínas y otros compuestos que contribuyen al llenado del racimo (Steduto et al., 2012).

El banano absorbe más nutrientes por hectárea en comparación a otros cultivos comerciales como el café o cacao. En una bananera el rendimiento en promedio que se obtiene tras las cosechas es de al menos 50 tn/ha/año y en las grandes bananeras la productivas puede alcanzar los 70 tn/ha/año. Tomando como ejemplo una producción de 70 ton/ha/año donde se concentra en la fruta unos 400 kg/ha/año de potasio (K), 125 nitrógeno (N), 15 de fósforo (P), 10 de calcio (Ca), 20 de magnesio (Mg), 14 de azufre (S), 0,7 de zinc (Zn), 1 de boro (B), 0,3 de cobre (Cu), 1,2 de hierro (Fe) y 0,7 de manganeso (Mn). Estos elementos minerales deben ser repuestos, mediante un buen programa de fertilización (Steduto et al., 2012).

Las aplicaciones edáficas de fertilizantes por lo general al contorno del pseudotallo de la planta madre suele ser efectiva cuando los nutrientes son captados por las raíces y favorecen al desarrollo de la planta y llenado posterior del racimo, existe un intercambio nutricional dominante en la formación del número de manos y la circunferencia del pseudotallo en obtener una mayor nutrición primeras fases de desarrollo (Nivelo J., 2017).

2.11. Fertilización

Se ha vuelto común que los productores bananeros utilizan entre normales y altas cantidades de fertilizantes de origen sintético. Omitiendo en gran parte la ausencia de los microelementos y enfocándose en la aplicación de los macro elementos (NPK), y esto puede producir bloqueos. Situaciones que vuelven prioridad a la aplicación de estos elementos, es decir una gran parte se optimiza el aprovechamiento y aumento de la absorción de los

mismos así volviéndose un modo de manejar las plantaciones en una forma más sostenible (Steduto et al., 2012).

Se han desarrollado investigaciones originadas por las necesidades de encontrar el mejor manejo nutricional del cultivo de banano, bajo sistemas intensivos. Una plantación bien manejada puede producir 70 toneladas brutas de fruta/ha/año. Tomando en cuenta esta estimación y las altas concentraciones de elementos en los racimos, en cada cosecha se toma grandes cantidades de nutrientes en especial el Potasio. A continuación, en la (**Tabla 5**) se muestra las cantidades tomadas por cada elemento según los parámetros encontrados para elementos mayores, y para elementos menores (Chavarro C., 2017).

Tabla 4. Elementos exportados en la fruta (kg/ha/año)

ELEMENTO	KG/HA/AÑO
Nitrógeno	126.2
Fosforo	14.5
Potasio	399.0
Magnesio	10.2
Calcio	20.3
Hierro	1.6
Cobre	0.3
Zinc	0.8
Manganeso	0.8

Lo que más resalta en las fertilizaciones es la aportación de nutrientes aplicadas en las primeras etapas fenológicas del cultivo que aseguren el constante crecimiento y aprovechamiento de los nutrimentos para el futuro de las plantas de banano, se recomienda que en el inicio de la siembra el fertilizante que se pretenda aplicar sea rico en fósforo (P) (Palencia, 2011).

Teniendo en cuenta que se necesita un abonado inicial para un mayor desarrollo, las aplicaciones iniciales de nutrientes se deben colocar en las tres a cinco semanas a partir de se realiza la plantación, se debe colocar al contorno de la planta en semiluna esta recomendación tiene fundamento porque en las bananeras, las plantas tienen un sistema radicular superficial o poco profundo (Finck, 2021).

Al ser una gran hierba requiere de grandes cantidades de compuestos nitrogenados, para la colocación de este tipo de compuestos se toma como premisa las condiciones del lugar donde se establece la plantación, ya que los compuestos nitrogenados tienden a volatilizarse con mucha facilidad, por ello se recomienda aplicar nitrógeno fraccionado. En otras palabras, las aplicaciones de nitrógeno serán constantes durante todo el ciclo vegetativo del banano (Valverde et al., 2019).

2.12. Épocas de Aplicación de los Fertilizantes

Se tiene como premisa previa a la aplicación de cualquier fertilizante el estado del suelo y el estado fenológico de como se encuentren las plantas desde la zona del meristemo que facilita la producción de hojas y la formación futura del racimo, procesos que también son conocidos como diferenciación floral. Esto ocurre a partir de los seis meses, es relevante advertir que la aplicación de nutrientes debe ser en el momento adecuado y las cantidades varían según el estado nutricional del suelo, para evitar posibles bloqueos de elementos que son necesarios para el desarrollo de la planta (Chavarro C., 2017).

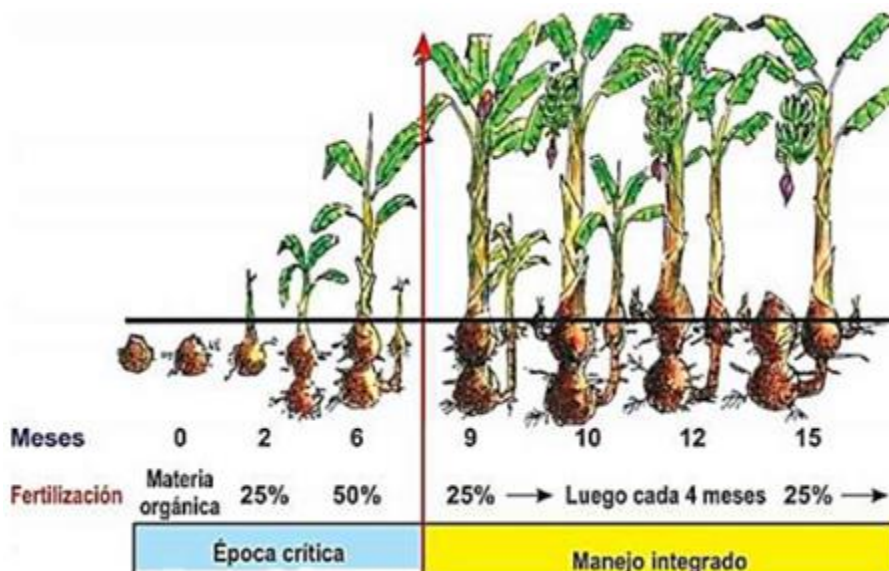


Figura 2. Plan de fertilización en banano

Fuente: Palencia et al., (2006)

2.13. Elementos minerales fundamentales del cultivo

El banano requiere de grandes cantidades de nutrientes para producir de forma correcta para completar los estándares de exportación, esto lo logra mediante la asimilación de ciertos elementos químicos. Los nutrientes primarios o macronutrientes son esenciales para el desarrollo de todo cultivo, estos elementos son el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Mientras que los elementos secundarios son aquellos nutrientes que necesita la planta en menor medida donde se encuentra al calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S), otros elementos aplicados en pequeñas porciones son el zinc (Zn), boro (B), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), cloro (Cl) y sodio (Na) (IFA, 1992).

a) Elementos mayores (macronutrientes) que la planta consume en mayor cantidad:

- a. Nitrógeno,
- b. Fósforo,
- c. Potasio,
- d. Azufre,
- e. Calcio
- f. Magnesio.

b) Elementos menores (micronutrientes) que la planta consume en pequeñas cantidades:

- a. Hierro,
- b. Zinc,
- c. Manganeso
- d. Cobre,
- e. Boro,
- f. Molibdeno

La ausencia o aplicación en demasía de un fertilizante puede repercutir directamente en el rendimiento y calidad del racimo, por lo que es primordial el saber dosificar y cuando aplicar un producto en especificado (Contreras et al., 2007). Los principales elementos que necesita una plantación bananera para poder producir son grandes cargas de nitrógeno y potasio. Las cantidades varían de acuerdo al estado del suelo y deben ser aplicados en el

punto preciso de absorción cerca de la base realizando un semicírculo al contorno del hijo de la planta madre con mayor vigor (Chavarro C., 2017).

2.14.1 Nitrógeno

Como antes se mencionó el Nitrógeno es primordial y se aplica con grandes cantidades en los planes de fertilización, las plantas requieren de una gran cantidad de nitrógeno para realizar los procesos fotosintéticos para la formación de la clorofila que determina el pigmento verdoso de las hojas, permitiéndole a las plantas receptor de mejor manera la luz solar y comenzar con el proceso de ser autótrofas. Este elemento ayuda en la estructuración de moléculas de proteínas y por consiguiente se convierten en vitaminas que facilitan el crecimiento de las mismas (González I., 2018).

2.14.2. Potasio

Este elemento comparte igual importancia con el nitrógeno en las fertilizaciones del banano, el potasio ayuda en esencia al llenado del fruto, el sabor y color característico, asegurando la producción azúcares y dar su color característico al producto. El potasio (K) tomado por la planta y asimilado en forma de cationes. Aunque el K no forma parte de la estructura de los compuestos orgánicos en la planta, es fundamental debido a que cataliza procesos tan importantes como la respiración, la fotosíntesis, la formación de clorofila y la regulación del contenido de agua en las hojas. Cumple como principal función el transporte y depósito de azúcares en el racimo (González I., 2018).

2.14.3. Fósforo

El fósforo forma parte de los macronutrientes que más se utiliza en las fertilizaciones del cultivo, es tomado por la planta como el ion $H_2PO_4^-$. Es de gran importancia en los primeros cinco meses de la etapa vegetativa del banano es absorbida con velocidad. Se lo encuentra formando parte de los fosfolípidos, ácidos nucleicos, coenzimas, en la producción agrícola cumple un rol importante en el transporte de energía lumínica (ATP) hacia la planta y es un elemento móvil que es muy reutilizado en los procesos internos de la planta durante su crecimiento (González I., 2018).

2.14.4. Calcio

Este elemento no es primordial en los programas de nutrición del cultivo de banano porque el cultivo lo requiere pequeñas cantidades y se encuentra con facilidad en el suelo donde la planta lo toma como iones de calcio (Ca^{2+}), aunque casos precisos donde el cultivo lo requiere por deficiencias se torna relevante. Cumple un rol primordial en las paredes celulares de la planta donde se lo encuentra como pectato cálcico. Al encontrarse en las paredes celulares es poco móvil, también funciona como activador de enzimas y actúa en uno de los procesos más fundamentales que es el proceso de la división celular, estimulando de esta forma el desarrollo de raíces y hojas (Díaz et al., 2007).

2.14.5. Magnesio

Al magnesio no se lo encuentra con facilidad en suelos tropicales, caso contrario a los suelos de origen volcánicos donde este elemento se localiza con facilidad y es asimilado por la planta por medio del catión Mg^{2+} , se presenta en el centro de las moléculas de la clorofila y es muy importante que con la ausencia de magnesio la fotosíntesis no se podría realizar. También es un activador de las funciones del metabolismo de los carbohidratos, grasas y proteínas, y moviliza los fosfatos por el xilema y floema (Boll & Nakagawa, 1995).

2.14.6. Azufre

Este elemento se presenta como un refuerzo en la clorofila y es tomado por la planta como anión sulfato (SO_4^{2-}), para momentos adversos donde baje el clima o se den pocas horas de sol. Tiene el inconveniente de lavarse con facilidad en el suelo, para las bananeras convencionales se recomienda dosis de 100 a 200 kilogramos de azufre ha/año. Cumple un rol muy importante en la conformación de estructuras de proteínas, aminoácidos sulfurados cistina, cisteína y metionina, también está muy unida a la formación de vitaminas sulfuradas como la biotina, la tiamina y la coenzima A (Izquierdo A., 2016).

2.14.7. Zinc

Forma parte de los micro nutrientes coexistentes que generalizan las plantaciones, la usencia de este elemento se aprecia más en las plantas de banano jóvenes y tiene como

consecuencia que se inhibe procesos del metabolismo activando ciertas enzimas, el Zinc suele bloquearse y ser imposible de ser asimilable cuando el suelo esta cargado de calcio o se encuentra en suelos arenosos. Se inmiscuye en los procesos de síntesis de auxinas los cuales se encargan de controlar el crecimiento (Salisbury & Ross, 2000).

2.14.8. Boro

Es un elemento poco utilizado en la nutrición de las plantas, es tomado por el banano como H_3BO_3 y $B(OH)_4$, y tiene poca movilidad de un órgano vegetativo a otro. Al ser poco requerido casi no se suele presentarse deficiencias a través del ciclo vegetativo del cultivo en campo, pero si se presentan problemas por este elemento se ven reflejados en la formación de las flores y la fruta. El papel del B en el metabolismo de la planta todavía no es muy claro, se ha encontrado evidencia que señala que el Boro ayuda en el transporte de azucares, también se encuentra inmerso en la formación de las paredes celulares (Harter, 2009).

2.14.9. Cobre

El cobre (Cu) es otro elemento muy poco utilizado en los programas de fertilización debido a que las deficiencias de este nutriente en banano son muy raras y asimilado como ion Cu^{2+} . El exceso de este nutriente puede llegar a ser toxico para las plantas y por otro lado se bloquea cuando se acumulan altas cantidades de cobre que se encuentran en las aplicaciones de caldos bordelés que usan para combatir la Sigatoka amarilla, aunque también se ha demostrado que puede haber una coexistencia con los altos niveles de cobre y que no impidan el desarrollo del banano. Entre sus funciones se tiene que formar parte de las enzimas, interviene en cierta medida con los procesos fotosintéticos (Harter, 2009).

2.15. Pérdidas en fertilizantes

2.15.1. Lixiviación de los nutrimentos

Independientemente de la calidad de las prácticas agrícolas siempre existirá lixiviaciones de los nutrientes, actividades comunes que generan estos lavados son las aplicaciones de riego y superficialidad de abonados. Los nitratos se oxidan con suma facilidad, incluso hoy en día es considerado como uno de los principales contaminantes de los recursos hídricos y son perjudiciales para el ser humano (Baeta, & S, 2016). Las pérdidas de fuentes nitrogenadas varían dependiendo la forma de aplicación, el tipo de fertilizante y también puede variar de acuerdo a la etapa en la que se encuentre el cultivo, se registran las mayores pérdidas en la etapa inicial del banano, seguido del desarrollo y disminuye en gran parte en las cosechas (Reyes, & A, 2012).

Procesos como lixiviación o volatilización reducen drásticamente la efectividad de los elementos primarios o macronutrientes. Se ha determinado mediante pruebas que en una fertilización únicamente el 50% del nitrógeno llega a ser aprovechado y tomado por el sistema radicular, y que la otra parte se pierde al volatizarse en la atmosfera o se lixivía por el suelo hasta llegar a los afluentes acuosos (Vivian Z. et al., 2018). Estas pérdidas representan grandes daños en el medio ambiente, contaminan el agua, aire y favorece al efecto invernadero (Baeta, & S, 2016).

2.15.2. Volatilización

La volatilización de los nutrientes se ocasiona cuando se presentan desequilibrios de pH en el suelo, con valores por encima a 5 de pH las mermas por gasificación se incrementan. Estas pérdidas se reflejan en especial en el nitrógeno en las aplicaciones de fertilizantes amoniacales, la volatilización del amoniaco es la ruta de escape del nitrógeno contenido en la Urea, estas pérdidas también son influenciadas por las condiciones ambientales, el suelo y el cultivo. A su vez, una rápida hidrólisis de la urea resulta en mayores pérdidas de NH_3 , debido a que su velocidad depende de la actividad ureásica (Barbieri, & P, 2017).

2.16. Tipos de Fertilizantes

La principal función de los fertilizantes es promover el desarrollo de un cultivo durante todo su ciclo vegetativo, aportando de los nutrientes que la planta requiera en los momentos críticos como en el crecimiento y llenado del fruto. La fertilización alternada con Cloruro de potasio en un ciclo y urea, no toma en cuenta el hecho que la planta de banano requiere grandes cantidades de potasio durante todo el tiempo igual que el nitrógeno para mantener una adecuada nutrición y producción. En la actualidad se han ideado diversas maneras para el uso apropiado de los programas de fertilización, ya sea con las aplicaciones de mezclas físicas, complejos de N-P-K o combinados y así cumplir en su mayoría con las necesidades que requieran de atención en el cultivo a lo largo de la vida productiva del mismo (Labarca et al., 2005).

2.16.1. Mezclas físicas

Las fórmulas físicas son una mezcla mecánica de los gránulos de las diferentes fuentes de nutrientes. Cada gránulo contiene solamente los nutrientes presentes en esa fuente. Los porcentajes de cada elemento en la fórmula dependen de la recomendación. Algunos ejemplos de este tipo de fórmulas son 14-2-25-7 (26% SO_4^{2-}) y 17-4-29 (11% SO_4^{2-}). Por convención, los números corresponden al porcentaje de N, P_2O_5 , K_2O y MgO en la fórmula. Si se aplican otros elementos, como S, deben identificarse claramente para evitar confusiones. La gran ventaja de las fórmulas físicas es la flexibilidad de preparar la fórmula en pequeños volúmenes, con el balance nutricional apropiado para satisfacer las necesidades del cultivo en cada tipo de suelo (Raghothama, 1999).

2.16.2. Complejos NPK

Las fórmulas químicas tienen, en cada gránulo de fertilizante, los porcentajes exactos de nutrientes especificados por la fórmula. Se denominan fórmulas químicas porque se manufacturan mediante procesos químicos. Las fórmulas químicas más comunes en el cultivo de banano son: 15-3-25-6 y 15-3-31 (Rodríguez, 1996).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.Ubicación del Ensayo

El presente trabajo se desarrolló en la plantilla de banano que se encuentra ubicada en la granja Santa Inés en los predios de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias (UACA) de la UTMACH, situada en la Av. Panamericana km 5,5 vía Machala-Pasaje, parroquia El Cambio, provincia de El Oro – Ecuador (**Figura 3**). Según el mapa ecológico del Ecuador en la ciudad de Machala se presentan lluvias anuales de 699 mm en promedio, una humedad relativa de 85% y la temperatura media anual de 24° C, el tipo de suelo principal es el Inceptisol de un origen aluvial, con una clase textural franca y con un pH alcalino (Villaseñor et al., 2016).

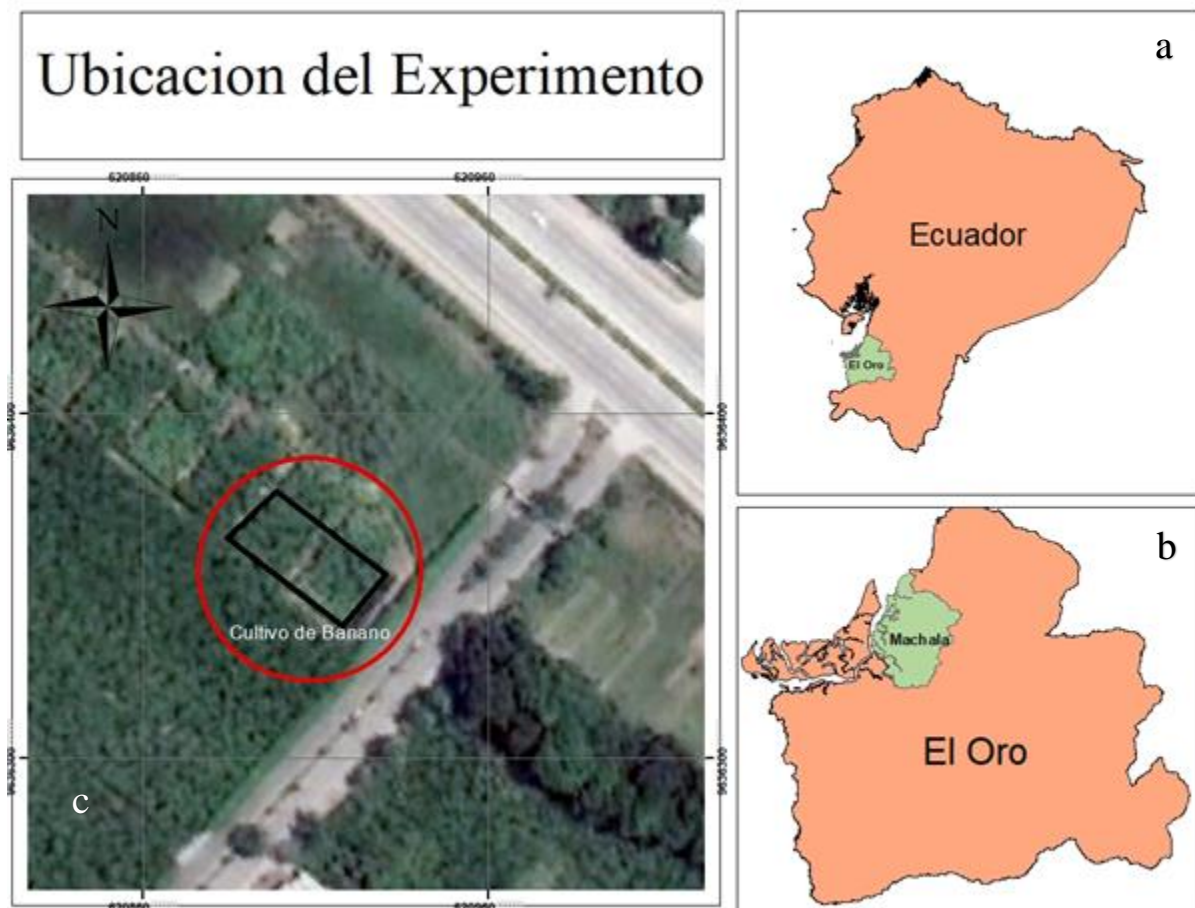


Figura 3. a) La provincia de El Oro en el Ecuador, b) El cantón de Machala en la provincia de El Oro y c) La ubicación del experimento en el cantón de Machala

3.1.1. Ubicación Geográfica

La Granja experimental Santa Inés se encuentra en las siguientes coordenadas geográficas:

- Longitud: 79° 54' W
- Latitud: 03° 16' S
- Altitud: 8 msnm

Expresadas en UTM:

- Longitud: 9638864 N
- Latitud: 622212 E

- Altitud: 8 msnm

3.2.Materiales

- Cinta métrica
- Flexómetro
- Balanza digital
- cuadernos
- lápiz
- hojas A4
- bolígrafo
- calculadora
- agenda
- computadora
- impresora
- guantes
- mascarilla

3.3.Fertilizantes usados

3.3.1. Mezclas Físicas

- urea
- Sulfato de amonio
- MOP
- DAP
- Sulfato de magnesio
- Sulfato de zinc
- Bórax
- Nitrato de Amonio

- Sulfato de potasio
- Yeso Agrícola
- Cal Agrícola

3.3.2. Complejos NPK

- YaraRega AZUTEK
- ABOTEK
- CALCINIT

3.4.Tratamientos

Existieron seis tratamientos de los cuales tres tratamientos se aplicó con un periodo de un ciclo (un mes), los tres tratamientos restantes se aplicaron intercalado en un periodo de inter ciclo esto se puede observar en los siguientes cuadros (**Tabla 6**).

Tabla 5. Fertilizantes aplicados

CÓDIGO	FERTILIZANTES	DOSIS	Aplicación Kg
	Urea	0,85	
	Sulfato de amonio	0,72	
	MOP	1,52	
T1	DAP	0,33	0,0925
	Sulfato de Magnesio	0,31	
	Sulfato de Zinc	0,10	
	Bórax	0,03	
T 2	Nitrato de Amonio	1,42	0,0926
	MOP	0,71	

	DAP	0,33	
	Sulfato de Potasio	0,96	
	Sulfato de Zinc	0,10	
	Bórax	0,03	
	Sulfato de magnesio	0,31	
T 3	Yara Rega Azutek	3,64	0,0867
	Abotek	3,96	0,09431

CÓDIGO	FERTILIZANTES	DOSIS QUINCENAL (Kg/CICLO)	Aplicación Kg (Planta)
T 1	cal Agrícola	0,21	0,005
T 2	Yeso Agrícola	0,46	0,011
T 3	<u>Calcinit</u>	0,45	0,0107

3.5.Diseño experimental

Para este trabajo experimental se utilizó un diseño en bloques completamente al azar (3x3), en donde se controló un factor de estudio (tres fertilizantes sintéticos de diferentes casas comerciales), con tres repeticiones y tres tratamientos. Se toma en cuenta la presencia de un factor no controlado (fertilidad del suelo) que puede afectar los resultados finales. Para esta situación se aplica esta técnica de bloqueo, que permite aislar este factor mediante los bloques, se establecieron 9 unidades experimentales. Todas las unidades experimentales tuvieron un área de 54 m² (18 m x 3 m), con un área neta de 486 m² (**Figura 4**).

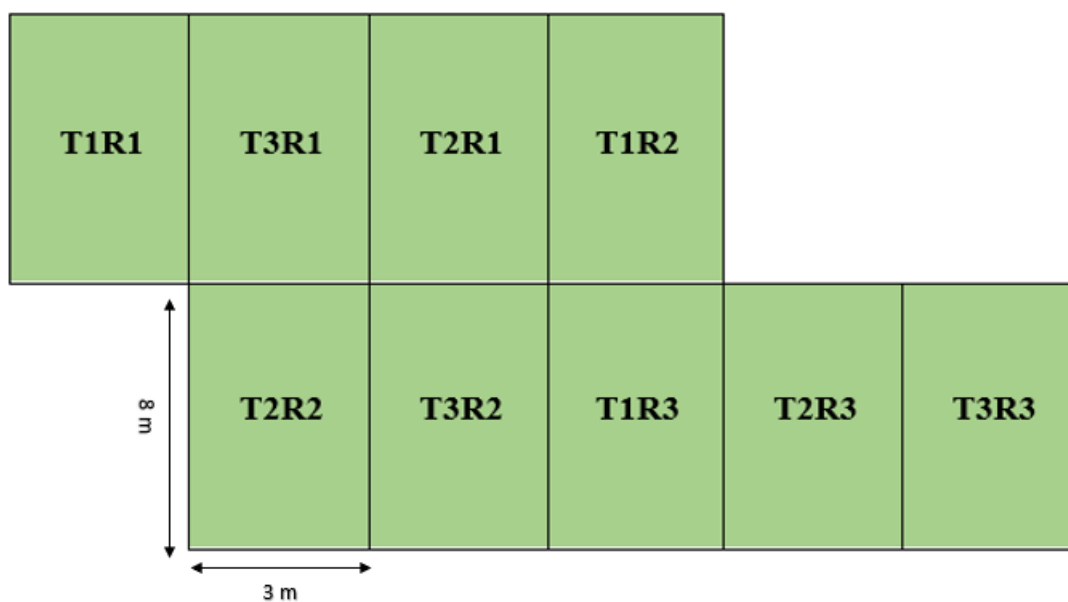


Figura 4. Croquis del experimento

3.5.1. Especificaciones del diseño

Las especificaciones del diseño se los detalla en la (**Tabla 7**):

Tabla 6. Especificaciones del diseño

Unidades experimentales	9
Área de cada UE (m ²)	54
Área neta (m ²)	486
Número de Tratamientos	3
Número de Repeticiones	3
Largo de cada UE (m)	18
Ancho de cada UE (m)	3

3.5.2. Modelo matemático

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

- Y_{ijk} : Lectura de i sujeto bajo la combinación del j nivel o versión del factor de estudio A y el k nivel o versión del factor de estudio B (Variable dependiente medida o evaluada).
- μ : Media poblacional de la variable de respuesta.
- α_j : Indica el efecto del j nivel o versión del factor A
- β_k : Indica el efecto del k nivel o versión del factor B
- $(\alpha\beta)_{jk}$: indica el efecto de interacción entre el j nivel o versión del factor de estudio A y el k nivel o versión del factor de estudio B
- ϵ_{ijk} : Error experimental en el i sujeto asociado a la combinación del j nivel o versión del factor A y el k nivel o versión del factor B.

3.6. Variables a medir

Las variables se dividen en cinco subgrupos de los cuales son los siguientes:

Crecimiento

- Altura de hijo
- Fuste de hijo
- Altura de planta madre
- Fuste de planta madre
- Longitud dedo en segunda mano
- Longitud dedo en última mano

Desarrollo

- Emisión foliar Semanal
- Número de dedos de segunda mano

- Número de dedos de última mano
- Hoja de cosecha

Rendimiento

- Ratio
- Peso
- Manos por racimo

3.7.Datos de medición y evaluación

3.7.1. Crecimiento

Altura de planta madre e hijo

La altura de la planta se ejecutó con ayuda de un flexómetro, tomando la medida desde la base de la planta hasta la última V que forman las hojas nuevas. Se expresaron en centímetros, esta variable se tomó con una frecuencia semanal hasta la emisión de la bellota (Inflorescencia).

Fuste de planta madre e hijo

Se mide a la altura de 0.6 metros desde la base, el dato se toma a los hijos de las unidades de producción recién paridas y se cuantifica en centímetros, con una cinta métrica, este dato se toma semanalmente.

Se mide a la altura de 1 metros desde la base, el dato se toma a las madres de las unidades de producción recién paridas y se cuantifica en centímetros, con una cinta métrica, este dato se toma semanalmente.

Longitud dedo en segunda mano y última mano

Con la cinta métrica se mide la longitud de uno de los dedos céntricos de la segunda mano del racimo, el dato se lo cuantifica en centímetros, este dato se toma en cosecha.

Con la cinta métrica se mide la longitud de uno de los dedos céntricos de la última mano del racimo, el dato se lo cuantifica en centímetros, este dato se toma en cosecha.

3.7.2. Desarrollo

Emisión foliar semanal

La emisión foliar se la realizó contando el número de hojas que la planta emite semanalmente, tomando en cuenta la emisión de hoja, la cual se tomó la escala de 0,0 - 0,2 - 0,4 - 0,6 - 0,8. En esta evaluación se tomaron doce plantas por cada tratamiento y tres por cada repetición.

Número de dedos de segunda mano y último mano

Este dato se cuantifica en unidades, se contabilizan el número de dedos en la segunda mano del racimo, este dato se toma en cosecha. Este dato se cuantifica en unidades, se contabilizan el número de dedos en la última mano del racimo, este dato se toma en cosecha.

Hoja de cosecha

El dato se lo cuantifica en unidades, el dato se toma a las madres de las unidades de producción a la cosecha.

Hojas parición

El dato se lo cuantifica en unidades, el dato se toma a las madres de las unidades de producción recién paridas.

3.7.3. Rendimiento

Ratio

Este dato se cuantifica en unidades, se procesa el racimo y se separa el descarte, para hacer una relación entre el peso obtenido, restada la merma y la caja de 43 libras para exportación

Peso

Este dato se cuantifica en libras, en la cosecha, se toma el peso con una balanza automatizada del racimo y posterior al desmane también del raquis.

Manos por racimo

El dato se lo cuantifica en unidades, se contabilizan el número de manos por racimo

3.8.Procedimiento estadístico

Se procesaron todas las variables establecidas obtenidas en campo mediante el uso del paquete estadístico del SPSS versión 22 de prueba para Windows, con una confiabilidad en la estimación del 95% ($\alpha=0,05$). Para ello se usaron las medidas de resumen de datos (medidas de tendencia central y medidas de dispersión), con el objetivo de establecer si se presentan diferencias significativas entre los tratamientos, en relación a la altura de hijo, fuste de hijo, altura de planta madre, fuste de planta madre, longitud dedo en segunda mano, longitud dedo en última mano, emisión foliar Semanal, número de dedos de segunda mano, número de dedos de ultima mano, hoja de cosecha, ratio, peso neto y manos por racimo.

Para ello se elaboraron análisis de varianza factorial Inter sujeto (ANOVA) una vez cumplido con los supuestos de aditivita, luego se realizaron pruebas post-hoc o de rango en comparaciones múltiples de Duncan para establecer si existen diferencia o similitudes entre las diferentes dosis con respecto a cada una de las variables establecidas con antelación. En cuanto a las representaciones gráficas se utilizaron gráficos de barras simples a los que se le colocaron por encima letras que sirvieron para comprender de mejor manera las diferencias o similitudes entre las dosis del experimento.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Parámetros de crecimiento

4.1.1. Altura de hijo

Según la prueba de efectos inter-sujetos (ANOVA) muestra que en la altura del hijo existen diferencias altamente significativas entre las aplicaciones de los diferentes tratamientos sobre el cultivo de banano, al tener un p-valor inferior al nivel de significancia de 0,05 demostrando que las aplicaciones de los diferentes tratamientos influyen en la altura del hijo (**Tabla 8**).

Tabla 7. Prueba de efectos inter-sujetos para la altura del hijo

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	27681,111	4	6920,278	9,917	,000
Interceptación	1357676,844	1	1357676,844	1945,553	,000
Tratamiento	25421,356	2	12710,678	18,214	,000
Bloques	2259,756	2	1129,878	1,619	,204
Error	59316,044	85	697,836		
Total	1444674,000	90			
Total, corregido	86997,156	89			

La prueba de comparaciones y rango múltiples de Duncan muestra que con la aplicación del tratamiento III se alcanzó la mayor altura de hijo con una media de 146 cm, seguido del tratamiento I con una media de 114 cm y por último el tratamiento II con una media de 108 cm siendo el tratamiento con la menor altura de hijo (**Gráfico 1**).

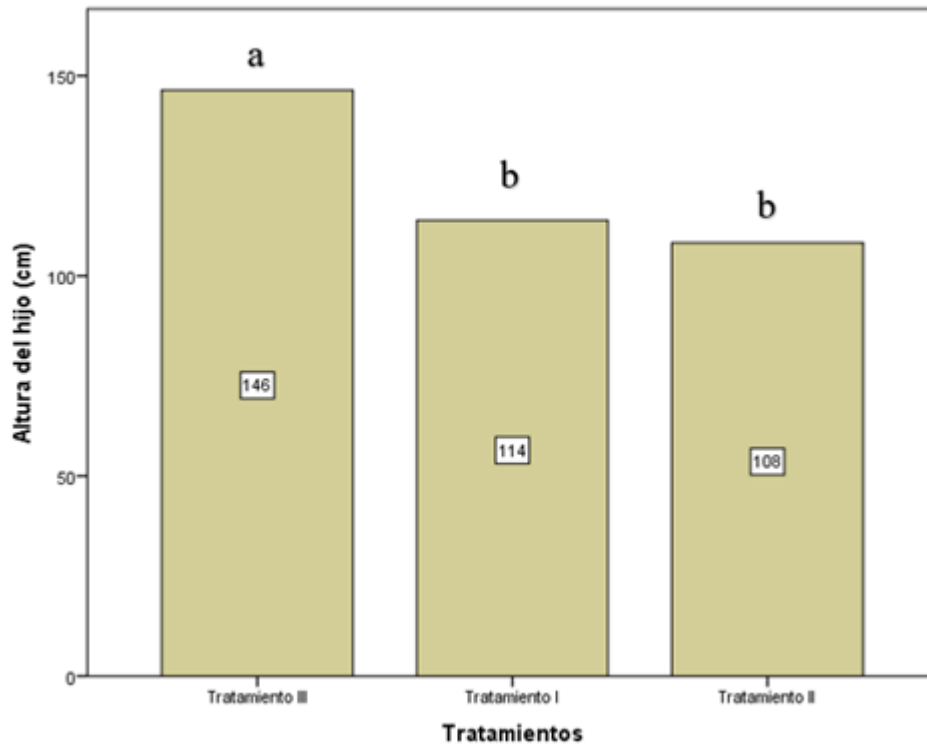


Gráfico 1. Efecto de los tratamientos sobre la altura del hijo del cultivo de banano

4.1.2. Fuste de hijo

Según la prueba de efectos inter-sujetos (ANOVA) muestra que en el fuste del hijo de la planta existen diferencias altamente significativas entre las aplicaciones de los diferentes tratamientos sobre el cultivo de banano, al tener un p-valor inferior al nivel de significancia de 0.05 demostrando que las aplicaciones de los diferentes tratamientos influyen en el fuste del hijo (**Tabla 9**).

Tabla 8. Prueba de efectos inter-sujetos para el fuste del hijo de la planta

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	9707,867	4	2426,967	50,908	,000
Interceptación	78676,900	1	78676,900	1650,334	,000
Tratamiento	9247,400	2	4623,700	96,987	,000
Bloques	460,467	2	230,233	4,829	,010
Error	4052,233	85	47,673		
Total	92437,000	90			
Total, corregido	13760,100	89			

La prueba de comparaciones y rango múltiples de Duncan muestra que con la aplicación del tratamiento III se alcanzó el mayor valor del fuste de hijo de la planta con una media de 44 cm, seguido del tratamiento I con una media de 23 cm y por último el tratamiento II con una media de 22 cm siendo el tratamiento con el menor fuste de hijo (**Gráfico 2**).

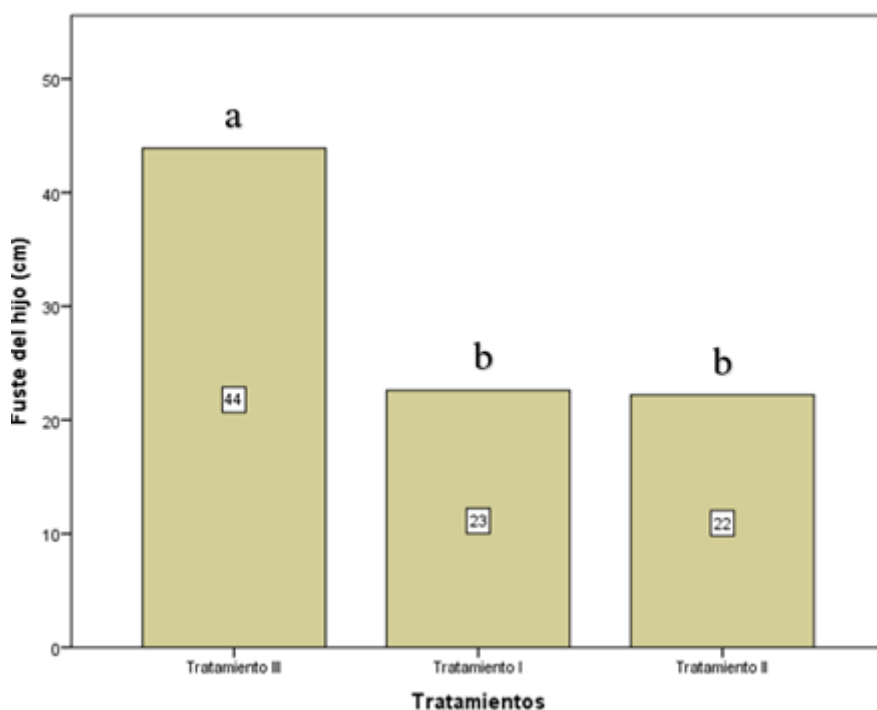


Gráfico 2. Efecto de los tratamientos sobre el fuste de hijo de la planta

4.1.3. Altura de planta madre

Según la prueba de efectos inter-sujetos (ANOVA) muestra que en la altura de la planta madre no existen diferencias significativas entre las aplicaciones de los diferentes tratamientos sobre el cultivo de banano, al tener un p-valor superior al nivel de significancia de 0,05 demostrando que las aplicaciones de los diferentes tratamientos no influyeron en la altura de la planta madre (**tabla10**).

Tabla 9. Prueba de efectos inter-sujetos para la altura de la madre

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	5685,978	4	1421,494	1,549	,196
Interceptación	7625364,544	1	7625364,544	8307,937	,000
Tratamiento	222,156	2	111,078	,121	,886
Bloques	5463,822	2	2731,911	2,976	,056
Error	78016,478	85	917,841		
Total	7709067,000	90			
Total, corregido	83702,456	89			

La prueba de comparaciones y rango múltiples de Duncan muestra que con la aplicación del tratamiento III se alcanzó la mayor altura de la planta madre con una media de 293 cm, seguido del tratamiento I con una media de 292 cm y por último el tratamiento II con una media de 289 cm siendo el tratamiento con la menor altura de la planta madre (**Gráfico 3**).

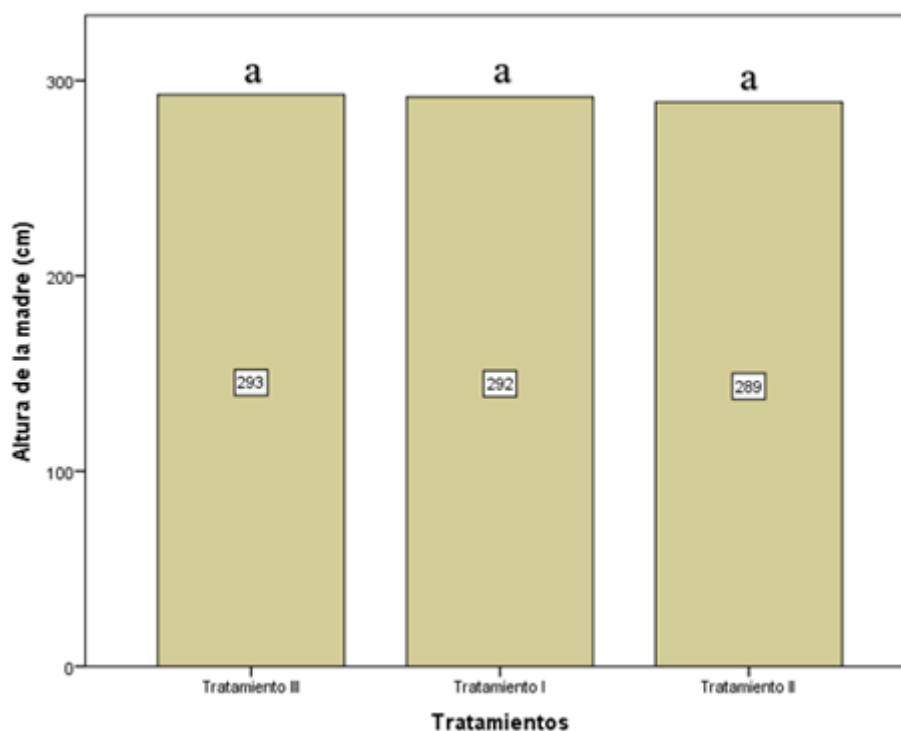


Gráfico 3. Efecto de los tratamientos sobre la altura de la planta madre

4.1.4. Fuste de planta madre

Según la prueba de efectos inter-sujetos (ANOVA) muestra que en el fuste de la planta madre no existen diferencias significativas entre las aplicaciones de los diferentes tratamientos sobre el cultivo de banano, al tener un p-valor superior al nivel de significancia de 0.05 demostrando que las aplicaciones de los diferentes tratamientos no influyeron en el fuste de la planta madre (**Tabla 11**).

Tabla 10. Prueba de efectos inter-sujetos para el fuste de la planta madre

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	899,800	4	224,950	3,019	,022
Interceptación	369985,225	1	369985,225	4965,676	,000
Tratamiento	122,450	2	61,225	,822	,443
Bloques	777,350	2	388,675	5,217	,007
Error	6333,225	85	74,509		
Total	377218,250	90			
Total, corregido	7233,025	89			

La prueba de comparaciones y rango múltiples de Duncan muestra que con la aplicación del tratamiento III se alcanzó el mayor valor de fuste de la planta madre con una media de 65.6 cm, seguido del tratamiento I con una media de 64.0 cm y por último el tratamiento II con una media de 62.8 cm siendo el tratamiento con el menor fuste de la planta madre (**Gráfico 4**).

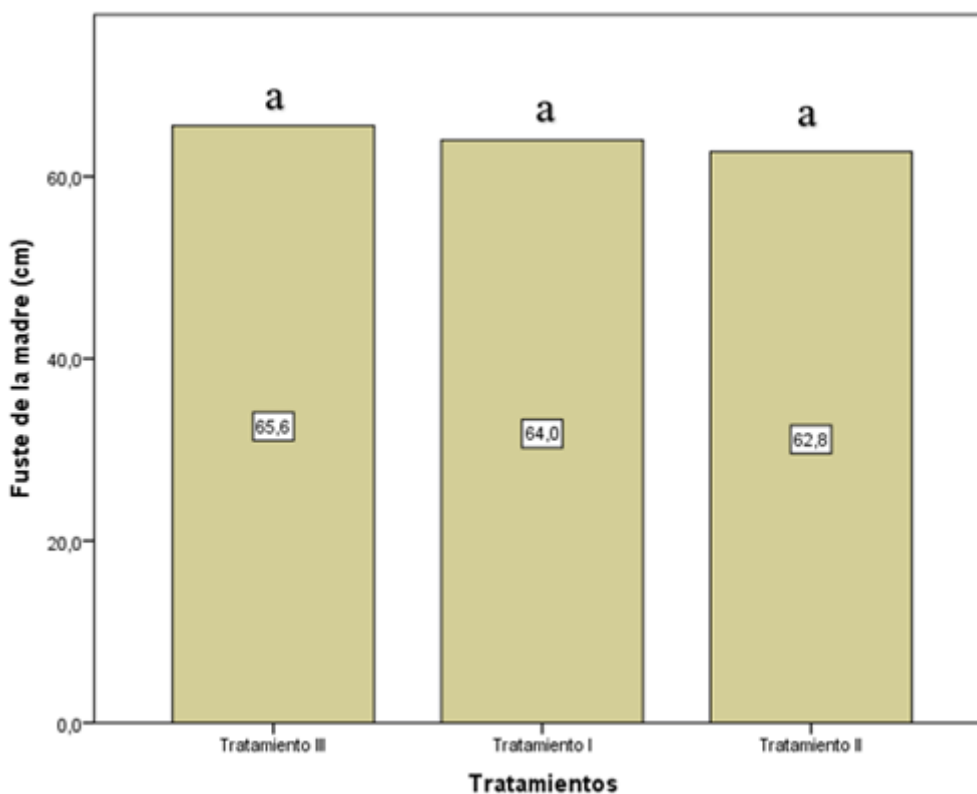


Gráfico 4. Efecto de los tratamientos sobre el fuste de la planta madre

4.1.5. Longitud dedo en segunda mano

Según la prueba de efectos inter-sujetos (ANOVA) muestra que en la longitud dedo en segunda mano no existen diferencias significativas entre las aplicaciones de los diferentes tratamientos sobre el cultivo de banano, al tener un p-valor superior al nivel de significancia de 0,05 demostrando que las aplicaciones de los diferentes tratamientos no influyeron en la longitud dedo en segunda mano (**Tabla 12**).

Tabla 11. Prueba de efectos inter-sujetos para la longitud dedo en segunda mano

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	26,365	4	6,591	,897	,473
Interceptación	30158,418	1	30158,418	4104,927	,000
Tratamiento	21,094	2	10,547	1,436	,248
Bloque	5,865	2	2,933	,399	,673
Error	367,344	50	7,347		
Total	34569,000	55			
Total, corregido	393,709	54			

La prueba de comparaciones y rango múltiples de Duncan muestra que con la aplicación del tratamiento III se alcanzó la mayor longitud dedo de segunda mano con una media de 25.7 cm, seguido del tratamiento II con una media de 24.8 cm y por último el tratamiento I con una media de 24.3 cm siendo el tratamiento con la menor longitud dedo en la segunda mano (Gráfico 5).

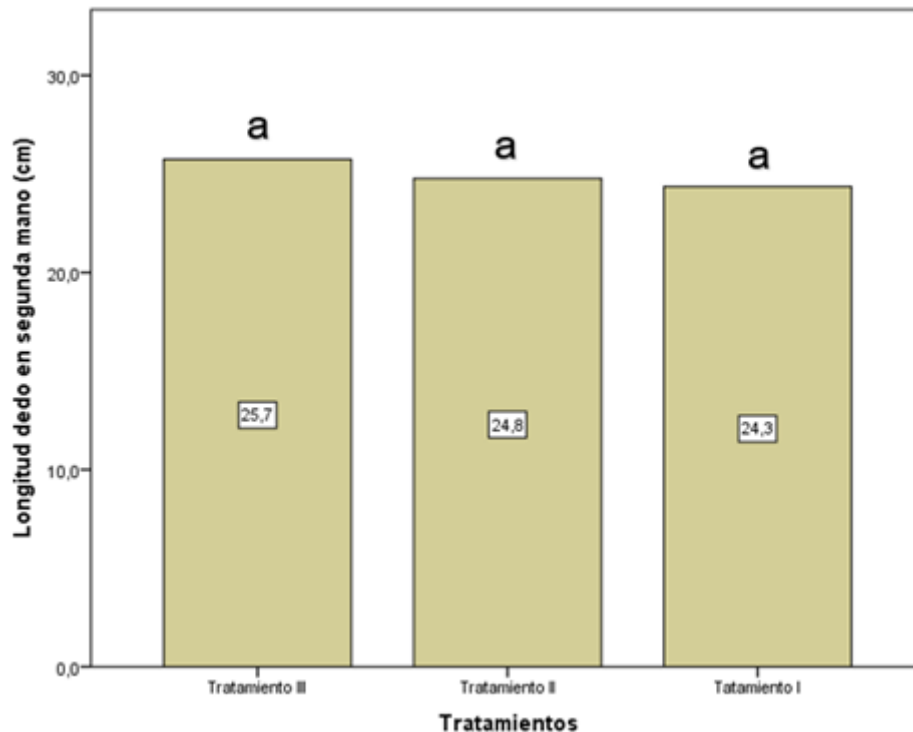


Gráfico 5. Efecto de los tratamientos sobre la longitud dedo en segunda mano

4.1.6. Longitud dedo en última mano

Según la prueba de efectos inter-sujetos (ANOVA) muestra que en la longitud dedo en última mano no existen diferencias significativas entre las aplicaciones de los diferentes tratamientos sobre el cultivo de banano, al tener un p-valor superior al nivel de significancia de 0,05 demostrando que las aplicaciones de los diferentes tratamientos no influyeron en la longitud dedo en ultima mano (Tabla 13).

Tabla 12. Prueba de efectos inter-sujetos para la longitud dedo en ultima mano

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	12,884	4	3,221	,512	,727
Interceptación	20147,914	1	20147,914	3200,603	,000
Tratamiento	3,046	2	1,523	,242	,786
Bloque	9,735	2	4,867	,773	,467
Error	314,752	50	6,295		
Total	23339,000	55			
Total, corregido	327,636	54			

La prueba de comparaciones y rango múltiples de Duncan muestra que con la aplicación del tratamiento III se alcanzó la mayor longitud dedo en la última mano con una media de 20.7 cm, seguido del tratamiento II con una media de 20.6 cm y por último el tratamiento I con una media de 20.2 cm siendo el tratamiento con la menor longitud dedo en la última mano (**Gráfico 6**).

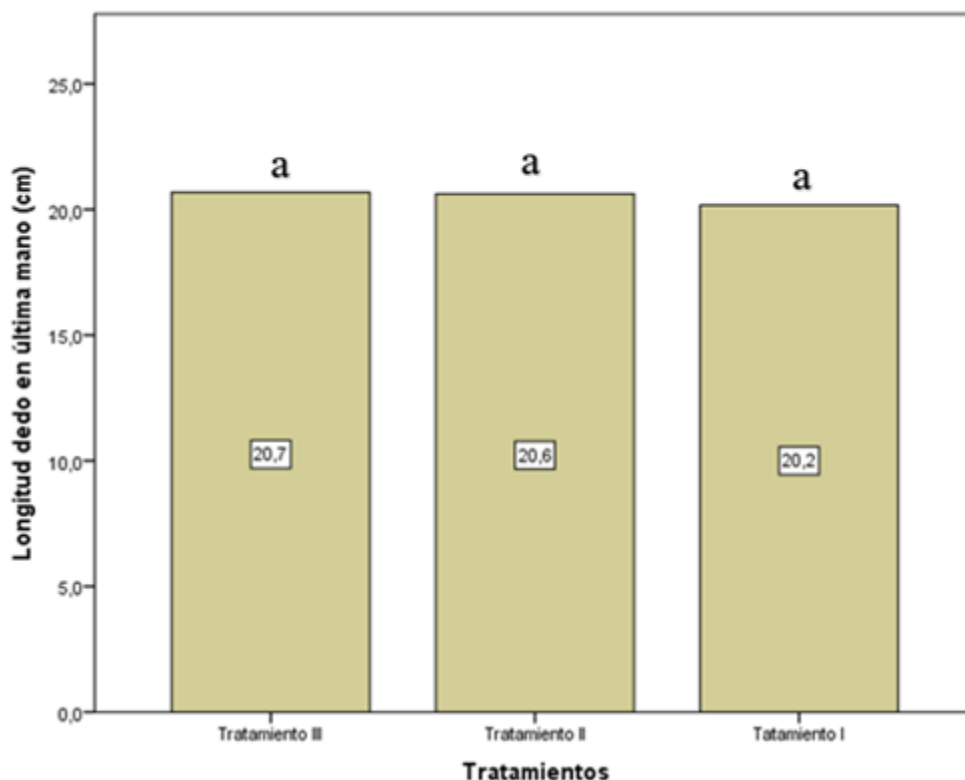


Gráfico 6. Efecto de los tratamientos sobre la longitud dedo en última mano

4.2. Parámetros de desarrollo

4.2.1. Emisión foliar Semanal

Según la prueba de efectos inter-sujetos (ANOVA) muestra que en la emisión foliar existen diferencias altamente significativas entre las aplicaciones de los diferentes tratamientos sobre el cultivo de banano, al tener un p-valor inferior al nivel de significancia de 0,05 demostrando que las aplicaciones de los diferentes tratamientos influyeron en la emisión foliar (**Tabla 14**).

Tabla 13. Prueba de efectos inter-sujetos para la emisión foliar

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	306,978	4	76,745	9,511	,000
Interceptación	225323,345	1	225323,345	27923,609	,000
Tratamiento	262,167	2	131,083	16,245	,000
Bloques	44,811	2	22,406	2,777	,062
Error	23925,407	2965	8,069		
Total	249555,730	2970			
Total, corregido	24232,385	2969			

Como se puede apreciar en el (**Gráfico 7**) las fluctuaciones de los índices de la variable emisión foliar entre los tratamientos de las plantas madre, se realizó un conteo semanal de las hojas emitidas por la planta madre de banano desde que se iniciaron las aplicaciones de los tratamientos. Se puede apreciar que el tratamiento III tuvo una mejor respuesta al alcanzar los máximos picos a través de las semanas, seguido del tratamiento II y por último el tratamiento Y aunque estuvo muy cerca del tratamiento II.

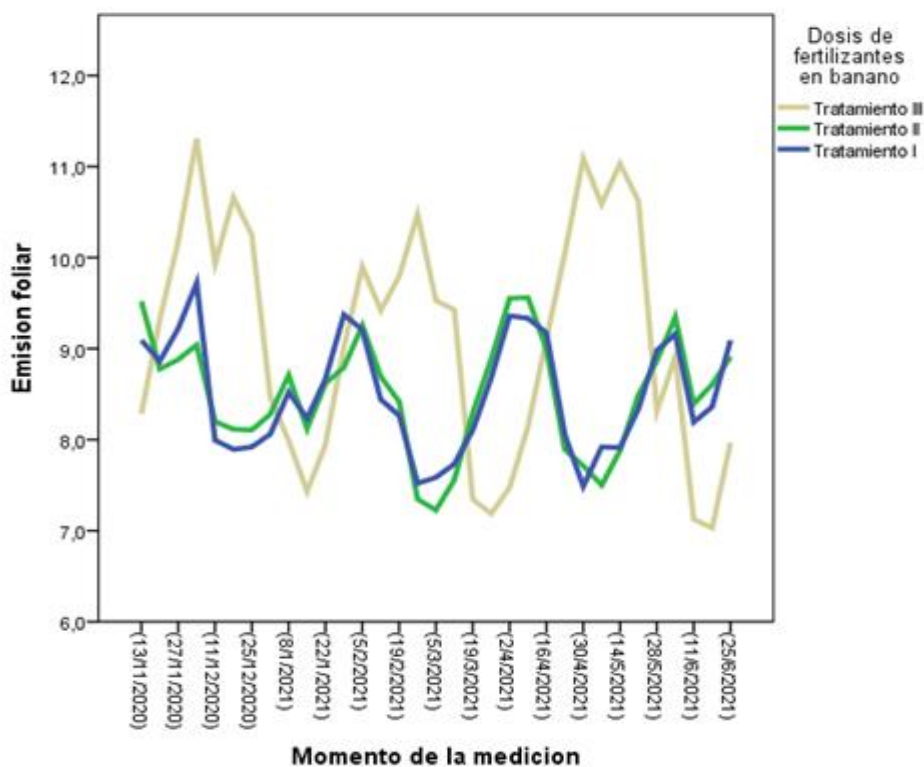


Gráfico 7. Efecto de los tratamientos sobre la emisión foliar evaluada semanalmente

4.2.2. Número de dedos de segunda mano

Según la prueba de efectos inter-sujetos (ANOVA) muestra que en el número de dedos de segunda mano no existen diferencias significativas entre las aplicaciones de los diferentes tratamientos sobre el cultivo de banano, al tener un p-valor superior al nivel de significancia de 0,05 demostrando que las aplicaciones de los diferentes tratamientos no influyeron en el número de dedos de segunda mano (**Tabla 15**).

Tabla 14. Prueba de efectos inter-sujetos para el número de dedos de segunda mano

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	42,378	4	10,594	,585	,675
Interceptación	13979,315	1	13979,315	771,652	,000
Tratamiento	14,476	2	7,238	,400	,673
Bloque	27,453	2	13,726	,758	,474
Error	905,804	50	18,116		
Total	17185,000	55			
Total, corregido	948,182	54			

La prueba de comparaciones y rango múltiples de Duncan muestra que con la aplicación del tratamiento III se alcanzó el mayor número de dedos de segunda mano con una media de 18 unidades, seguido del tratamiento II con una media de 17 unidades y por último el tratamiento I con una media de 17 unidades, los dos últimos tratamientos estando a la par en la variable de número de dedos de segunda mano (**Gráfico 8**).

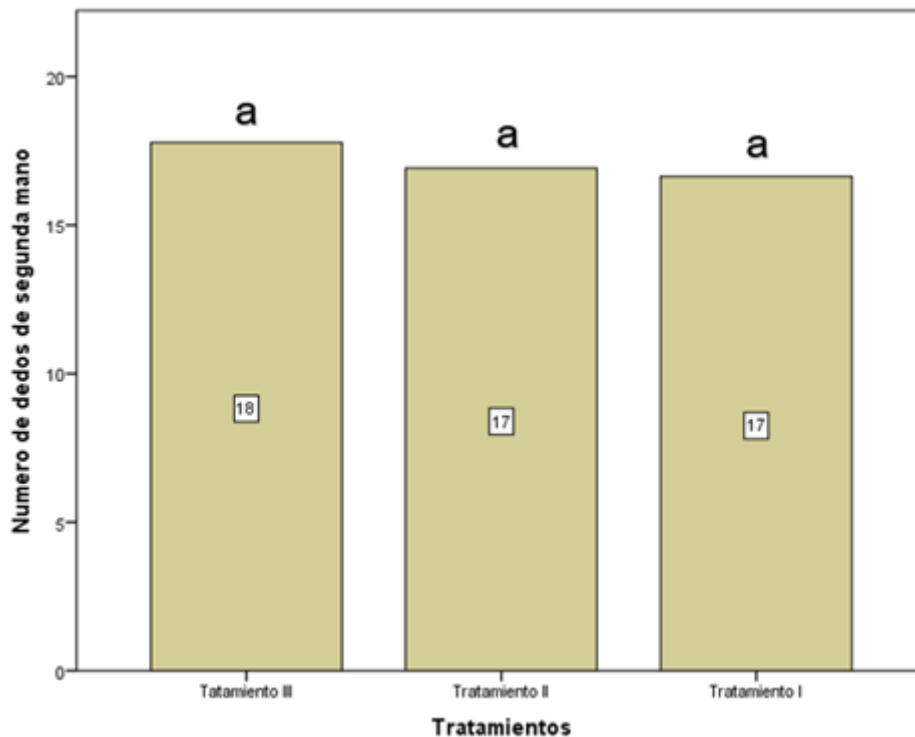


Gráfico 8. Efecto de los tratamientos sobre el número de dedos de segunda mano

4.2.3. Número de dedos de última mano

Según la prueba de efectos inter-sujetos (ANOVA) muestra que en el número de dedos de última mano no existen diferencias significativas entre las aplicaciones de los diferentes tratamientos sobre el cultivo de banano, al tener un p-valor superior al nivel de significancia de 0,05 demostrando que las aplicaciones de los diferentes tratamientos no influyeron en el número de dedos de última mano (**Tabla 16**).

Tabla 15. Prueba de efectos inter-sujetos para el número de dedos de última mano

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	5,836	4	1,459	,498	,738
Interceptación	7759,714	1	7759,714	2646,548	,000
Tratamiento	1,222	2	,611	,208	,813
Bloque	4,809	2	2,404	,820	,446
Error	146,601	50	2,932		
Total	8960,000	55			
Total, corregido	152,436	54			

La prueba de comparaciones y rango múltiples de Duncan muestra que con la aplicación del tratamiento III, tratamiento I y tratamiento II alcanzaron una media 13 unidades de números de dedos de última (**Gráfico 9**).

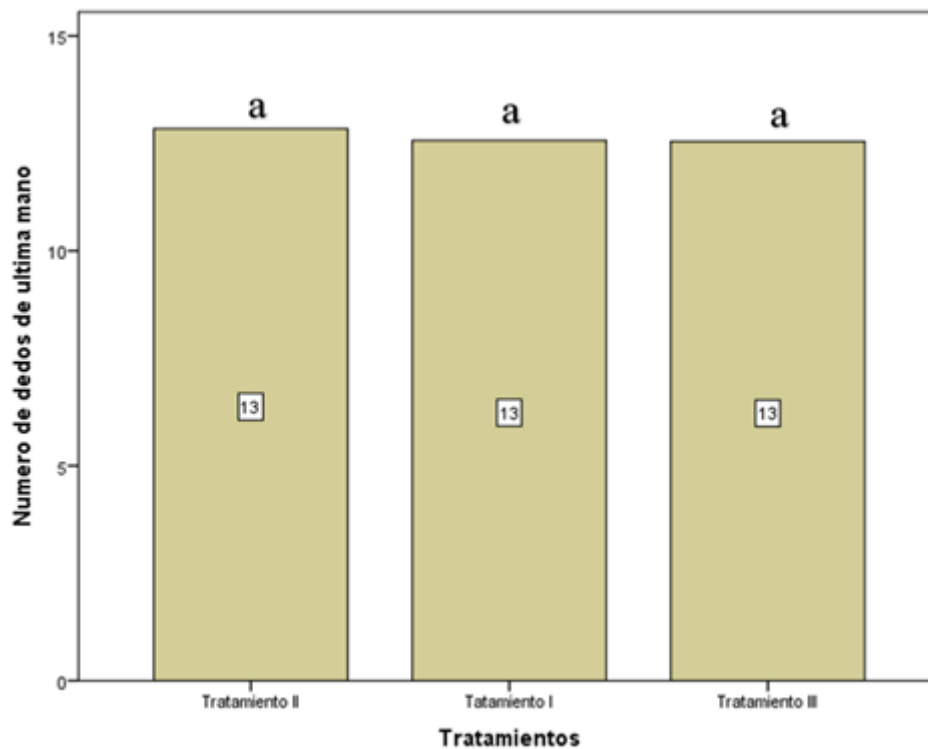


Gráfico 9. Efecto de los tratamientos sobre el número de dedos de última mano

4.2.4. Hojas de cosecha

Según la prueba de efectos inter-sujetos (ANOVA) muestra que en el número de hojas a la cosecha no existen diferencias significativas entre las aplicaciones de los diferentes tratamientos sobre el cultivo de banano, al tener un p-valor superior al nivel de significancia de 0,05 demostrando que las aplicaciones de los diferentes tratamientos no influyeron en el número de hojas a la cosecha (**Tabla 17**).

Tabla 16. Prueba de efectos inter-sujetos para el número de hojas a la cosecha

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	11,231	4	2,808	1,480	,222
Interceptación	5040,383	1	5040,383	2656,235	,000
Tratamiento	9,977	2	4,988	2,629	,082
Bloque	1,837	2	,919	,484	,619
Error	94,878	50	1,898		
Total	5747,000	55			
Total, corregido	106,109	54			

La prueba de comparaciones y rango múltiples de Duncan muestra que con la aplicación del tratamiento III se alcanzó el mayor número de hojas a la cosecha con una media de 11 unidades, seguido del tratamiento II con una media de 10 unidades y por último el tratamiento I con una media de 10 unidades, los dos últimos tratamientos estando a la par en la variable de número de hojas a la cosecha (**Gráfico 10**).

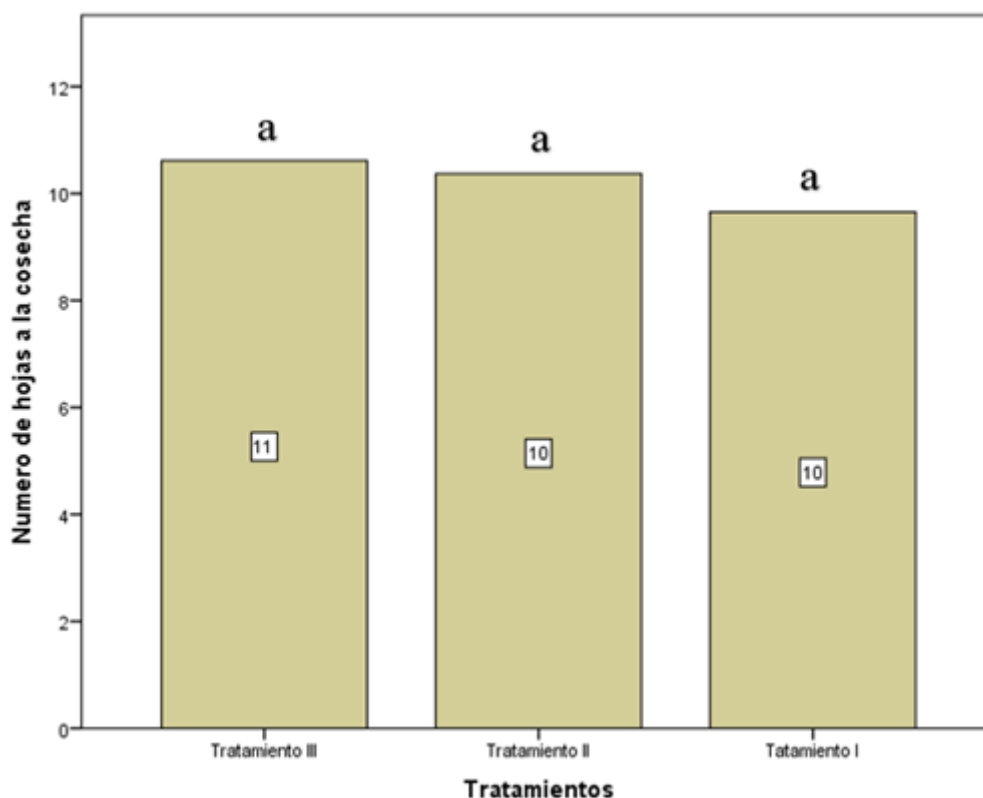


Gráfico 10. Efecto de los tratamientos sobre el número de hojas a la cosecha

Valores que difieren del trabajo experimental realizado en el cantón El Carmen, en la provincia de Manabí, dentro de la finca “Particular”, donde se investigó el efecto de diferentes fertilizaciones en el cultivo de banano “*Musa paradisiaca* L.”, se evaluaron distintos parámetros de desarrollo o morfológicas y obtuvieron valores distintos como en la variable de la altura de la madre donde el tratamiento con 12 kg ha⁻¹ de MgO alcanzó la mayor altura con 4.27m, el número de hojas a la cosecha con el tratamiento 3 y 4 con dosis 8 y 12 kg ha⁻¹ de MgO respectivamente alcanzaron una media de 8.50 hojas a la cosecha y en el número de dedos por racimos el tratamiento 3 con 8 kg ha⁻¹ de MgO alcanzo una media de 35.38 dedos por racimo (Mendoza, 2018)

4.3. Parámetros de producción

4.3.1. Ratio

Según la prueba de efectos inter-sujetos (ANOVA) muestra que en el ratio de los racimos del banano no existen diferencias significativas entre las aplicaciones de los diferentes tratamientos sobre el cultivo de banano, al tener un p-valor superior al nivel de significancia de 0,05

demostrando que las aplicaciones de los diferentes tratamientos no influyeron directamente en la variable del ratio (**Tabla 18**).

Tabla 17. Prueba de efectos inter-sujetos para la ratio del banano

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,894	4	,224	1,925	,121
Interceptación	47,208	1	47,208	406,462	,000
Tratamiento	,329	2	,164	1,415	,253
Bloque	,512	2	,256	2,202	,121
Error	5,807	50	,116		
Total	62,726	55			
Total, corregido	6,701	54			

La prueba de comparaciones y rango múltiples de Duncan muestra que con la aplicación del tratamiento III se alcanzó el máximo valor de el ratio de los racimos de banano con una media de 1.06, seguido del tratamiento II con una media de 1.05 y por último el tratamiento I con una media de 0.86 siendo el tratamiento con el menor ratio de los racimos de banano de todos los tratamientos (**Gráfico 11**).

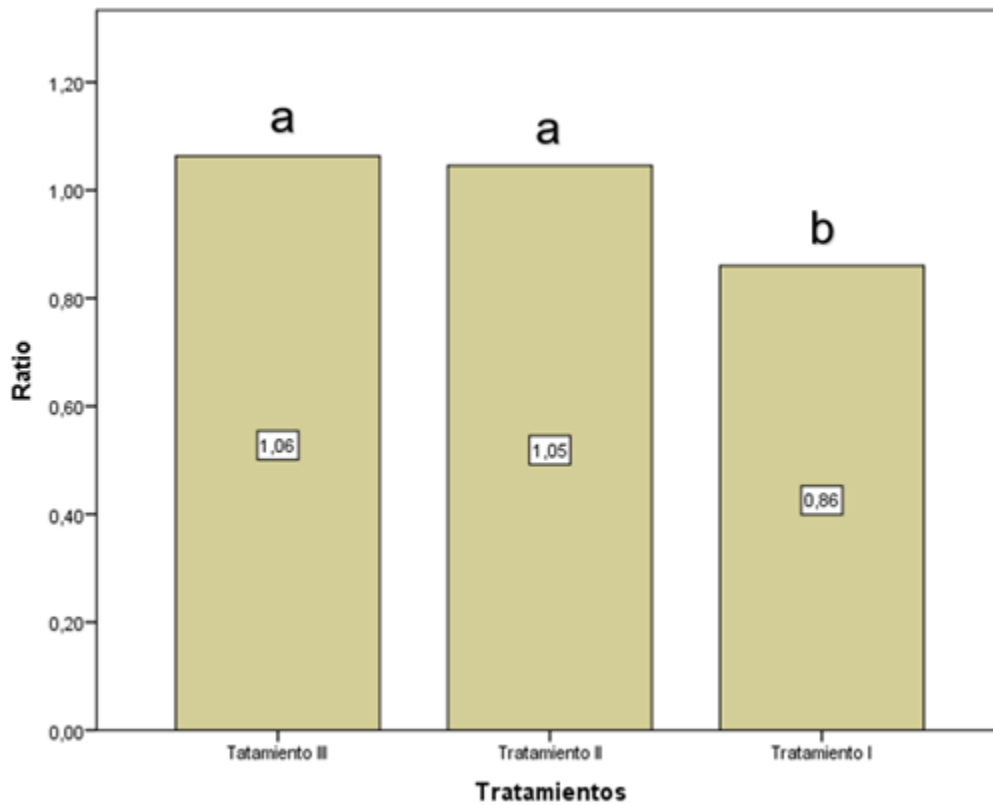


Gráfico 11. Efecto de los tratamientos sobre el ratio de los racimos de banano

4.3.2. Peso Neto

Según la prueba de efectos inter-sujetos (ANOVA) muestra que en el peso neto de los racimos de banano cosechados no existen diferencias significativas entre las aplicaciones de los diferentes tratamientos sobre el cultivo de banano, al tener un p-valor superior al nivel de significancia de 0,05 demostrando que las aplicaciones de los diferentes tratamientos no influyeron directamente en la variable del peso neto (**Tabla 19**).

Tabla 18. Prueba de efectos inter-sujetos para el peso neto de los racimos de banano cosechados

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	1657,201	4	414,300	1,930	,120
Interceptación	87188,549	1	87188,549	406,094	,000
Tratamiento	606,613	2	303,306	1,413	,253
Bloque	951,816	2	475,908	2,217	,120
Error	10735,016	50	214,700		
Total	115840,510	55			
Total, corregido	12392,217	54			

La prueba de comparaciones y rango múltiples de Duncan muestra que con la aplicación del tratamiento III se alcanzó el máximo peso neto de los racimos cosechados con una media de 45.7 lb, seguido del tratamiento II con una media de 45.0 lb y por último el tratamiento I con una media de 37.0 lb siendo el tratamiento con el menor peso neto de los racimos de banano cosechados de todos los tratamientos (**Gráfico 12**).

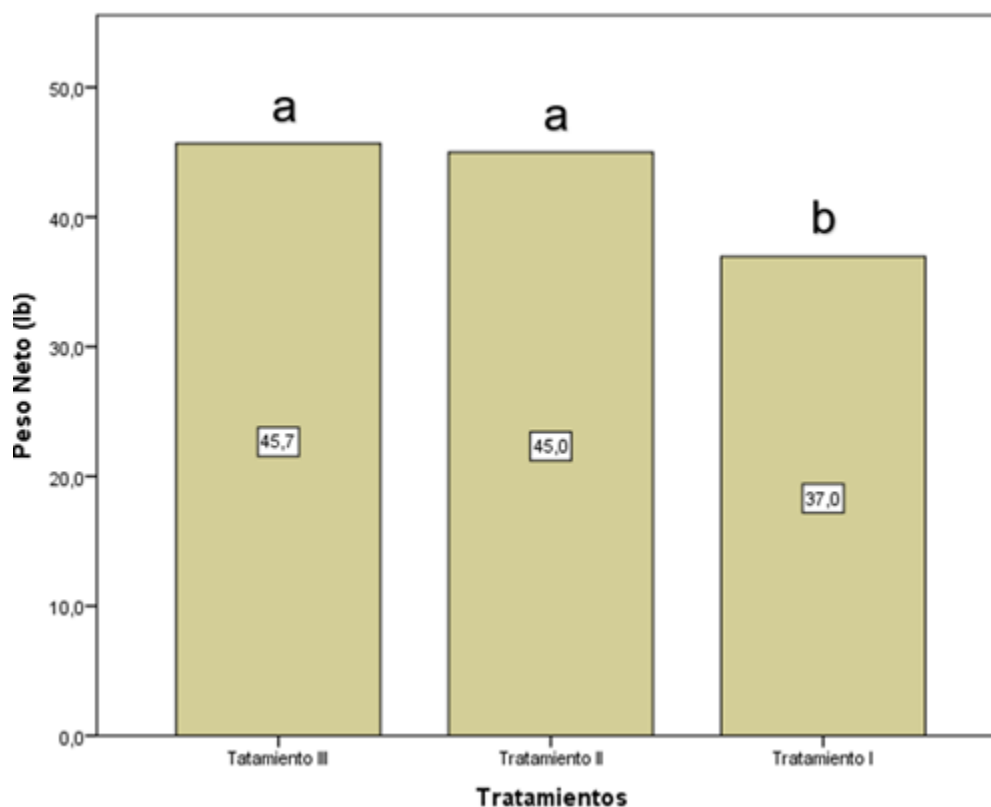


Gráfico 12. Efecto de los tratamientos sobre el peso neto de los racimos de banano cosechados

4.3.3. Manos por racimo

Según la prueba de efectos inter-sujetos (ANOVA) muestra que en el número de manos por racimo existen diferencias significativas entre las aplicaciones de los diferentes tratamientos sobre el cultivo de banano, al tener un p-valor inferior al nivel de significancia de 0,05 demostrando que las aplicaciones de los diferentes tratamientos influyeron directamente en la variable del número de manos por racimo (**Tabla 20**).

Tabla 19. Prueba de efectos inter-sujetos para el número de manos por racimo

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	14,956	4	3,739	3,180	,021
Interceptación	1962,006	1	1962,006	1668,669	,000
Tratamiento	7,917	2	3,958	3,366	,042
Bloque	5,536	2	2,768	2,354	,105
Error	58,790	50	1,176		
Total	2404,000	55			
Total, corregido	73,745	54			

La prueba de comparaciones y rango múltiples de Duncan muestra que con la aplicación del tratamiento III se alcanzó el máximo valor de número de manos por racimo con una media de 7 unidades, seguido del tratamiento II con una media de 7 unidades y por último el tratamiento I con una media de 6 unidades siendo el tratamiento con el menor número de manos por racimo de todos los tratamientos (**Gráfico 13**).

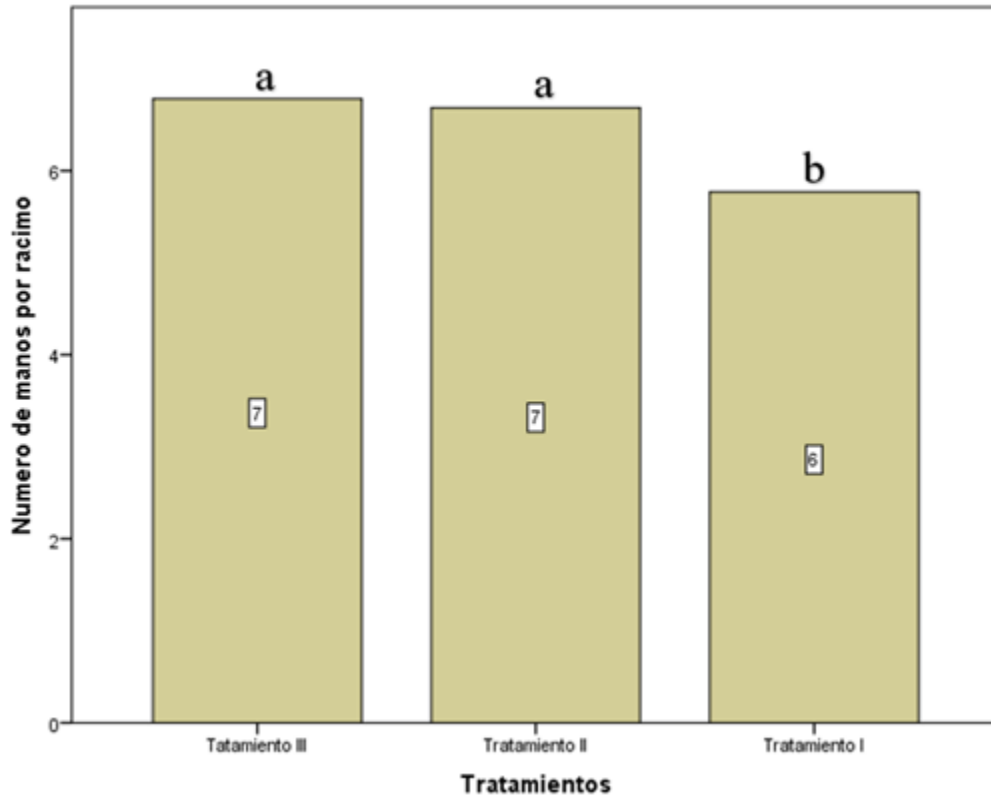


Gráfico 13. Efecto de los tratamientos sobre el número de manos por racimo

Un trabajo similar se realizó en el cantón Machala provincia de El Oro, en la finca “Nueva Era” la cual se encuentra en la parroquia de la Primavera, donde determino el efecto de diferentes dosis de fertilización mineral sobre el cultivo de banano variedad William, evaluó parámetros de producción donde obtuvo valores similares, donde el tratamiento 3 (100% KNO₃) fue el mejor con la media de 8.5 manos por racimos, el peso del racimo con una media 37.4 libras y un ratio de 1.62 (Huarquilla, 2017).

5. CONCLUSIONES

- Se evaluaron las variables de crecimiento, desarrollo y rendimiento, donde se estableció que el tratamiento III con la aplicación mensual de los fertilizantes Yara Rega Azutek con una dosis de 3,64 kg/ciclo donde se aplicó 0,0867 kg/planta y Abotek 3,96 kg/ciclo donde se aplicó 0,09431 kg/planta, y la aplicación quincenal de Calcinit con una dosis de 0.45 kg/ciclo donde se aplicó 0,0107 kg/planta que es un regulador de acidez del suelo, esta combinación obtuvo los más altos valores en la mayoría de las variables establecidas en comparación a los otros tratamientos de los complejos de NPK y mezclas físicas.
- En los parámetros de Crecimiento existieron varios resultados en los cuales se encontraba Altura Hijo, Fuste Hijo, Altura Madre, Fuste Madre, Longitud dedo en ultima mano y Longitud dedo en segunda mano. De los cuales en cada una de los resultados de cada uno de los parámetros sobre sale que el Tratamiento III fue superior a comparación del Tratamiento I y II, en los cuales tener en cuenta que en ciertos casos estuvieron próximos a igualar el Tratamiento III.
- En los parámetros de Desarrollo existieron varios resultados en los cuales se encontraba Emisión Foliar, Numero de Dedos de Segunda Mano, Numero de Dedos de Ultima Mano y Hojas de Cosecha. De los cuales tres de estos cuatro resultados, se denoto superioridad del Tratamiento III sobre los demás tratamientos. Sin Embargo, en el parámetro de Numero de dedo de ultima mano los resultados del Tratamiento I, II y III fueron iguales.
- En los parámetros de Producción existieron varios resultados en los cuales se encontraba Ratio, Peso Neto y Manos por Racimo. De los cuales en cada una de los resultados de cada uno de los parámetros sobre sale que el Tratamiento III fue superior a excepción del parámetro de Manos de Racimo en el cual el Tratamiento III y el Tratamiento II tuvieron resultados idénticos dejando a un lado al tratamiento I.

6. BIBLIOGRAFÍA

- AEBE. (2016). *Exportaciones mensuales de Banano*.
http://www.aebe.com.ec/data/files/Files_2016/PDF_2016/1erSemestre/Exporten_Dic15.pdf
- Baeta, & S. (2016). *Effect of irrigation and nitrogen fertilization on the agronomic traits and yield of irrigated rice*. *Rev. Ceres, Vicosa*. 63(5):724-731.
- Barbieri, & P. (2017). *Fertilización de maíz con urea de liberación lenta: Pérdida por volatilización y eficiencia en el uso de nitrógeno*. *Ci. Suelo*. 28(1):57-66.
- Boll, T., & Nakagawa, J. (1995). *Desenvolvimento, produção de bulbos e absorção de nutrientes na cultura do alho vernalizado em função de relações cálcio:magnésio no solo*. *R. Bars. Campinas*, 19(1), 409–415.
- Bruulsema, T., Fixen, P., & Sulewski, G. (2013). *4R de la nutrición de las plantas*.
- Chavarro C. (2017). *Effect of edaphic fertilization on the growth and development of Phaseolus vulgaris cv . ICA Efecto de la fertilización edáfica en el crecimiento y desarrollo de Phaseolus vulgaris cv . ICA Cerinza Effect of edaphic fertilization on the growth and develop*. <https://doi.org/10.17584/rcch.2017v11i1.5496>.
- CNUCED. (2016). *Banano*.
https://unctad.org/es/PublicationsLibrary/INFOCOMM_cp01_Banana_es.p%0Ad
- Contreras, E., Almaguer, G., Espinoza, J., Maldonado, R., Álvarez, & E. (2007). *Distribución de materia seca y nutrimentos en árboles de limón'persa'(citrus latifolia tan.) en Veracruz, México*. *REVISTA CHAPINGO SERIE HORTICULTURA*, 13(1), 77–85. <https://www.redalyc.org/pdf/609/60913111.pdf>
- Cubas, M. (2019). *Cámara térmica para la producción de hijuelos de calidad de banano Musa paradisiaca en el Distrito de Chiclayo*.

- Díaz, A., Cayón, G., & Mira, J. (2007). Metabolismo del calcio y su relación con la “mancha de madurez” del fruto de banano. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 25(2), 280–287.
- Dita, M., Teixeira, L. A. J., O’Neill, W., Pattison, A. B., Weinert, M. P., Li, C. Y., Zheng, S. J., Staver, C., Thangavelu, R., & Viljoen, A. (2020). Current state of
- FAO. (2016). *La economía mundial del banano 2020 - 2029. Publicación preparada por Arias, P., Dankers, C., Liu, P., et al.* <http://www.fao.org/3/y5102s/y5102s00.htm>
- FAO. (2000). *Mejorado la nutrición a través de huertos y granjas familiares.* <http://www.fao.org/3/v5290s/v5290s00.htm#TopOfPage>
- FAO. (2015). *Cambio climático y sostenibilidad del banano en el Ecuador: Evaluación de impacto y directrices de política.* www.fao.org/publications
- Fusarium wilt of banana in the subtropics. *Acta Horticulturae*, 1272(1272), 45–56. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1272.7>
- Figueroa M. (2016). Características y Fertilización del Cultivo de Banano. <http://www.fertilizando.com/articulos/Caracteristicas%20y%20Fertilizacion%20>
- Finck, A. (2021). *Fertilizantes y fertilización* (Reverté (ed.); 1st ed.).
- Gómez D. (2019). Efecto de la aplicación de auxinas y calcio a las últimas manos del racimo del banano para mejorar calibración y largo de dedos de la fruta. s.l., Universidad de Guayaquil. 88 p.
- Gómez, L., & Aguilar, E. (2016). *Guía de cultivo de la quinua.* www.fao.org/publications/e
- Gonzabay R. (2016). Cultivo del banano en el Ecuador. AFESE, 114 - 115. www.revistaafese.org/ojsAfese/index.php/afese/article/view/317/314.
- González I. (2018). *Fertilización del plátano con nitrógeno, fósforo y potasio en cultivo establecido.*

- Harter, R. D. (2009). Fertilidad de Suelos. *University of New Hampshire*, 57(1), 10.
- Huarquilla, W. (2017). *Efecto de diferentes dosis de fertilización mineral sobre la respuesta productiva del cultivo de banano en el cantón Machala*.
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/10637>
- IFA. (1992). *World Fertilizer use Manual*. <http://www.fertilizer.org>
- InfoAgro. (2018). *El cultivo del plátano (banano)*. EL CULTIVO DEL PLÁTANO.
https://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/platano.htm
- Izquierdo A. (2016). *Propuesta de creación de un producto de fertilización como estrategia para el control de nemátodos en el cultivo de banano*.
- Labarca, M., Sosa, L., Esparza, D., Nava, C., Fernandez, L., & Villar, A. (2005). Evaluación de la colocación del fertilizante en la planta madre una vez cosechada sobre las variables de crecimiento y producción en el cultivo del plátano Harton (Musa AAB). *Revista de La Facultad de Agronomía*, 22(4), 416–428.
- Lescot T. (2016). *La diversité génétique des bananiers*. *Fruitrop*, 231: 98-102.
<http://www.fruitrop.com/media/Magazines-FruiTrop/2015/fruitrop-231>.
- López, A., & Espinoza, J. (1995). *Manual de Nutrición y Fertilización del Banano*.
- Martínez, A. (1998). *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Regional 8 PROGRAMA NACIONAL DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA PRONATTA ASPECTOS GENERALES Y PRINCIPALES LABORES DEL CULTIVO DEL PLÁTANO Corpoica*.
- Medina, G., & Mora, K. (2017). *ACUMULACIÓN DE METALES PESADOS EN SUELOS AGRÍCOLAS CON CULTIVO DE BANANO EN EL SECTOR EL MORAL, RECINTO SANTACRUZ, CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DE COTOPAXI (Vol. 1) [UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD]*.
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2018/1/T-UTEQ-0036.pdf>

Mendoza, D. (2018). *EFEECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON MAGNESIO EN EL CULTIVO DEL PLÁTANO (Musa paradisiaca L.) CV. BARRAGANETE*. [O PRTADA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ].
https://minio2.123dok.com/dt02pdf/123dok_es/pdf/2020/05_22/hdvhgo1590125126.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=LB63ZNJ2Q66548XDC8M5%2F20210921%2F%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20210921T053307Z&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Expires=600&X-Amz-Signature=0a07b049caa93e1e9b103a2a435eea64bb1839df7fab41f6556121e1eb51875

Molina G. (2016). Implementación de un cultivo de plátano hartón (musa paradisiaca) en altas densidades como sistema de producción sostenible en el municipio de cúcuta norte de santander (en línea). :51.
http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21762/46122036_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Nivelo J. (2017). INCIDENCIA DEL MANEJO DEL RETORNO EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE BANANO SUBGRUPO CAVENDISH EN LA PROVINCIA DE EL ORO. UTMACH., Machala - Ecuador.
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/10531>

Palacios, C. M., Regalado, J. O. G., & Plaza, J. A. M. (2019). Amenazas de las manchas foliares de Sigatoka (*Mycosphaerella* spp.) en la producción sostenible de banano en el Ecuador. *Revista Verde de Agroecología e Desenvolvimento Sustentável*, 14(5), 591–596. <https://doi.org/10.18378/rvads.v14i5.6623>

- Palencia, G., Santos, R., & Martín, J. (2006). *Manejo sostenible del cultivo del plátano*.
<https://doi.org/978-958-8311-18-0>
- Palencia, J. (2011). *Sistemas de Producción Vegetal II*.
- ProEcuador. (2016). Análisis sectorial: Banana 2016.
http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2016/09/PROEC_AS2%20016_BANANO.pdf
- ProEcuador. (2019). *Anuario de Exportaciones del sector asociativo y comercio justo*.
<https://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2020/08/ANUARIO-COMERCIO-JUSTO-2019-2020-1.pdf>
- Raghothama, K. (1999). Phosphate acquisition. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 50(1), 665–693.
- Reyes, & A. (2012). *Lixiviación de nitratos provenientes de estiércol y fertilizante en forrajes cultivados en lisímetros de volumen*. *Explotación Racional y Monitoreo de Ecosistemas. Agrofaz*. 12(4):95-101.
- Robinson, J. (1993). *Manual de cultivo de plátanos en Sudáfrica*.
- Rodriguez, S. (1996). *Fertilizantes - nutrición vegetal* (S. . A.G.T. Editor (ed.); Tercera re).
- Ruiz, M. (2017). Principios de nutrición vegetal. *The Physiological Role of Boron in Plants Plant Nutrition*, 15B,A, 563–582.
<http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>
- Salisbury, F., & Ross, C. (2000). *Fisiología Vegetal I. Células: agua, soluciones y superficies*.
- Salmerón, F., & García, L. (1994). *Fertilidad y fertilización de suelos*.
- Seraquive C. (2017). *CARACTERIZACIÓN DEL MANEJO POSCOSECHA Y CUANTIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE BANANO (Musa acuminata)*

ORGÁNICO EN LOS RÍOS. Universidad de las Américas. Los Ríos - Ecuador: Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias.
<http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/7441/1/UDLA-EC-TIAG-2017-06.pdf>

Steduto, P., Hsiao, T., Fereres, E., & Raes, D. (2012). Respuesta del rendimiento de los cultivos al agua. In *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura* (Vol. 66). <https://doi.org/978-92-5-308564-4>

Teixeira, L., Santos, W., & Bataglia, O. (2002). The N and K diagnosis on banana plants using the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) and critical value approach. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 24(2), 530–535.

Torres J. (2016). Absorción, Distribución y Acumulación de Nitrogeno en Banano Variedad Willians en dos ciclos de producción en zona húmeda tropical. Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ciencias Agrarias, Bogota, Colombia. <http://bdigital.unal.edu.co/52788/1/jaimetorresbazurto.2016.pdf>

Trigo, E., Chudnovsky, D., Cap, E., & López, A. (2002). *Los transgénicos en la agricultura argentina* (Libros del Zorzal (ed.)).

UNCTAD. (2016, noviembre 18). *INFOCOMM BANANO*. http://unctad.org/en/Publications Library/INFOCOMM_cp01_Banana_en.pdf

USAID. (2019). *Banana: Análisis de la cadena de valor en el departamento de San Pedro*. Obtenido de *Publicación preparada por Fretes., F y Martínez, M.* <https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/banana.pdf>

Valverde, E., García, R., Moreno, A., & Socorro, A. (2019). Alternativas nutricionales eficientes en banano orgánico en la provincia El Oro, Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 2(1), 151–159.

- Vidya S. (2016). *Temperature induction response technique: a screening tool for evaluation of banana cultivars for thermotolerance. Indian Journal of Plant Physiology, 1–6.*
- Villaseñor, D., Chabla, J., & Luna, E. (2016). Caracterización física y clasificación taxonómica de algunos suelos dedicados a la actividad agrícola de la Provincia de El Oro. *Cumbres, 1(2)*, 28–34. <https://doi.org/10.48190/cumbres.v1n2a5>
- Vinet, L., & Zhedanov, A. (2010). A “missing” family of classical orthogonal polynomials. *Ministerio de Comercio Exterior, 53(9)*, 1689–1699. <https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>
- Vivian Z., Larsona J., Yinb X., Savoyc H., McClureb A., & Essingtonc M. (2018). *Profitability of enhanced efficiency urea fertilizers in no-tillage corn production. Agron. J. Abs. - Crop Econ. Prod. Manag. 110(4):1439-1446.*
- Yepes, A., & Silveira, M. (2011). RESPUESTAS DE LAS PLANTAS ANTE LOS FACTORES AMBIENTALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL. *Colombia Forestal, 14(2)*, 213–232. <https://www.redalyc.org/pdf/4239/423939616005.pdf>

7. ANEXOS

Anexo 1. Preparación de los fertilizantes



Anexo 2. Tratamientos



Anexo 3. Fertilización Edáfica



Anexo 4. Evolución de la hoja bandera



Anexo 5. Altura de planta madre e hija



Anexo 6. Fuste de planta



Anexo 7. Producción y toma de datos de racimos



Anexo 8. Peso del racimo

