



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA  
AGRICULTURA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TRABAJO DE TITULACION, PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO  
DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**“EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS SOSTENIBLES DE FERTILIZACIÓN EN EL  
CULTIVO DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca L.*)”**

**AUTOR: GONGORA VERA JHON LUIS**

**DIRECTOR: VACA PAZMIÑO EDUARDO PATRICIO**

**SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS - ECUADOR**

**2019**



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ii

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación “**EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS SOSTENIBLES DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca L.*)**”. Realizado por el estudiante **JHON LUIS GONGORA VERA**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **GONGORA VERA JHON LUIS** para que lo sustente públicamente.

Santo Domingo, 24 de enero del 2019

MgSc. EDUARDO PATRICIO VACA PAZMIÑO –

**DIRECTOR**



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

iii

## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

### AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **JHON LUIS GONGORAVERA** con cedula de identidad N° 172090143-6 declaro que este trabajo de titulación “**EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS SOSTENIBLES DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca L.*)**”, ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existente, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Santo Domingo, 24 de enero del 2019

JHON LUIS GONGORA VERA

C.C. 172090143-6



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

iv

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, JHON LUIS GONGORA VERA, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la Biblioteca virtual de la Institución el presente trabajo de titulación **“EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS SOSTENIBLES DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca L.*)”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad

Santo Domingo, 24 de enero del 2019

JHON LUIS GONGORA VERA

C.C. 172090143-6



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

### **DEDICATORIA:**

En primer lugar a Dios y la Virgen María, por permitirme alcanzar un escalón más en mi vida, por darme fuerzas diariamente, por permitir que buenas personas hayan estado siempre para guiarme y hacer las cosas bien, las cuales me han ayudado a ser una persona de bien.

A mis padres Luis Góngora y Landy Vera, por ser las personas que desde niño me guiaron por el camino del bien y gracias a quienes estoy culminando una meta más en mi vida, por los consejos y el apoyo que recibí de su parte el cual fue fundamental para lograr este objetivo.

A mi hermano Frank Góngora, por siempre estar confiando en mí, y en mis capacidades para lograr cualquier reto.

A mi esposa Sarita Escobar y mi hijo Matías por el amor que me brindan a diario, por las alegrías y sonrisas que me dan, por ser quienes están junto a mí en la lucha diaria por salir adelante, por enseñarme el lado más bonito de una familia.

En general a toda mi familia y amigos que siempre confiaron en mí, para alcanzar esta meta.

Jhon Luis Góngora Vera

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar agradecer a Dios y a la Virgen María, por llevarme por el camino correcto y por estar acompañándome siempre.

A la universidad de las fuerzas armadas ESPE, a sus docentes que me formaron académica y moralmente y gracias a ellos puedo desarrollarme como profesional.

Al Ingeniero Patricio Vaca, quien me guio con el proyecto de tesis, quien me enseñó muchas cosas, para mi desarrollo como profesional, cosas que a futuro serán de gran aporte en la vida profesional.

Al dueño del predio donde se desarrolló la investigación; el Ing. Gabriel Céspedes, ya que gracias a su apoyo se realizó todos los procesos en la investigación, y por estar presto a realizar investigaciones que logren desarrollar nuevas tecnologías.

A mis tíos Wilser Ortega y Anita Gomes, por haberme acogido en su casa como un hijo más en mis primeros años de universidad y por enseñarme a ser amable con los demás y a compartir lo poco que logremos en la vida, les estaré eternamente agradecidos.

En general a toda mi familia que deposito su confianza en mí, y eso me motivo más para no dejarme rendir en momentos difíciles.

## INDICE

CARATULA	
CERTIFICACIÓN .....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA:.....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA .....	3
2.1. Cultivo de plátano .....	3
2.1.1. Generalidades.....	3
2.1.2. Exigencias de clima y suelo .....	4
2.2.1. Fertilización en plátano.....	5
2.2.2. Importancia de la fertilización.....	5
2.3. Fertilización Química .....	6
2.3.1. Nitrógeno.....	7
2.3.2. Fósforo .....	8
2.3.3. Potasio.....	8
2.3.4. Otros Nutrientes.....	9
2.4. Fertilización Orgánica .....	10
2.5. Épocas de aplicación de fertilizantes.....	11
2.5.1. Fertilización al momento de la siembra .....	11
2.5.2. Fertilización dos meses después de la siembra.....	12
2.5.3. Fertilización cinco meses después de la siembra.....	12
2.5.4. Fertilización diez meses después de la siembra.....	12
2.5.5. Fertilización desde el segundo ciclo en adelante.....	12
2.6. Métodos de aplicación .....	13
2.6.1. Sistema manual o localizado .....	13
2.6.2. Fertilización en hoyo.....	13
2.6.3. Aplicación al voleo.....	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	15
3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN .....	15

3.1.1.	Ubicación Política.....	15
3.1.2.	Ubicación Geográfica. ....	15
3.1.3.	Ubicación Ecológica. ....	16
3.2.	MATERIALES .....	16
3.3.	MÉTODOLOGIA .....	17
3.3.1.	Diseño Experimental.....	17
3.3.2.	Análisis estadístico.....	20
3.3.3.	Análisis Económico .....	22
3.3.4.	Variables a Medir .....	22
3.3.4.	Manejo del Experimento .....	22
3.3.5.	Manejo del Experimento .....	25
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1.	Análisis químico del suelo .....	29
4.2.	Análisis Foliar .....	31
4.3.	Número de Hojas.....	32
4.4.	Número de Hijos.....	34
4.5.	Número de Manos.....	35
4.6.	Número de dedos.....	38
4.6.1.	Número de dedos por racimo .....	38
4.6.2.	Número de dedos por caja producida .....	42
4.7.	Grado exportable .....	49
4.8.	Porcentaje de Número de racimos por caja.....	50
4.9.	Análisis costo/beneficio .....	57
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
5.1.	CONCLUSIONES.....	59
5.2.	RECOMENDACIONES .....	60
VI.	BIBLIOGRAFIA.....	61

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales del cultivo de plátano.....	6
Cuadro 2. Porcentaje de fertilización con materia organica.....	11
Cuadro 3. Materiales utilizados en la investigación.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Cuadro 4. Descripción de los tratamientos a evaluar.....	18
Cuadro 5. Análisis de varianza en DCA. ....	20
Cuadro 6. Comparaciones ortogonales.....	21
Cuadro 7. Análisis de varianza en DCA con comparaciones ortogonales .....	21
Cuadro 8. Análisis químico del suelo.....	29
Cuadro 9. Análisis foliar del cultivo.....	31
Cuadro 10. Resumen ADEVA. Numero de hojas en el cultivo de plátano en los cinco meses de investigación. ....	33
Cuadro 11. Resumen ADEVA. Numero de hijos en el cultivo de plátano en los cinco meses de investigación .....	34
Cuadro 12. Resumen del ADEVA. Número de manos por racimo en el cultivo de plátano, en los cinco meses de investigación. ....	35
Cuadro 13. Porcentaje de manos por racimo.....	36
Cuadro 14. Resumen del ADEVA. Número de dedos por racimo en el cultivo de plátano, en los cinco meses de investigación. ....	38
Cuadro 15. Porcentaje de dedos por racimo. ....	39
Cuadro 16. Resumen del ADEVA. Número de dedos por caja producida en el cultivo de plátano, en los cinco meses de investigación. ....	43
Cuadro 17. Porcentaje de dedos por caja producida.....	44
Cuadro 18. Grado exportable del cultivo de plátano por cada tratamiento aplicado medido por semanas a la cosecha. ....	49
Cuadro 19. Resumen del ADEVA. Número de racimos por caja producida en el cultivo de plátano, en los cinco meses de investigación.....	50
Cuadro 20. Porcentaje de número de racimos por caja producida. ....	51
Cuadro 21. Análisis costo–beneficio, analizando los costos de producción versus la producción del cultivo de plátano.....	57
Cuadro 22. Proyección para producir una hectárea de cultivo de plátano barraganete utilizando 300g/planta de yaramila complex.....	58

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del lugar de ensayo.....	15
Figura 2. Croquis del diseño del experimento.....	19
Figura 3. Prueba de tukey al 5% para la variable número de manos por racimo en el cultivo de plátano, en la cuarta evaluación. ....	37
Figura 4. Prueba de tukey al 5% para la variable número de dedos por racimo en el cultivo de plátano, en la quinta evaluación.....	40
Figura 5. Prueba de tukey al 5% para la variable número de dedos por racimo en el cultivo de plátano, en la sexta evaluación. ....	41
Figura 6. Prueba de tukey al 5% para la variable número de dedos por racimo en el cultivo de plátano, en la séptima evaluación. ....	41
Figura 7. Prueba de tukey al 5% para la variable número de dedos por caja producida en el cultivo de plátano, en la tercera evaluación.....	45
Figura 8. Prueba de tukey al 5% para la variable número de dedos por caja producida en el cultivo de plátano, en la cuarta evaluación.....	46
Figura 9. Prueba de tukey al 5% para la variable número de dedos por caja producida en el cultivo de plátano, en la quinta evaluación. ....	47
Figura 10. Prueba de tukey al 5% para la variable número de dedos por caja producida en el cultivo de plátano, en la sexta evaluación. ....	47
Figura 11. Prueba de tukey al 5% para la variable número de dedos por caja producida en el cultivo de plátano, en la séptima evaluación. ....	48
Figura 12. Prueba de tukey al 5% para la variable porcentaje número de racimos por caja producida en el cultivo de plátano, en la tercera evaluación. ....	52
Figura 13. Prueba de tukey al 5% para la variable porcentaje número de racimos por caja producida en el cultivo de plátano, en la cuarta evaluación. ....	53
Figura 14. Prueba de tukey al 5% para la variable número de racimos por caja producida en el cultivo de plátano, en la quinta evaluación.....	53
Figura 15. Prueba de tukey al 5% para la variable porcentaje número de racimos por caja producida en el cultivo de plátano, en la sexta evaluación.....	54
Figura 16. Prueba de tukey al 5% para la variable porcentaje número de racimos por caja producida en el cultivo de plátano, en la séptima evaluación.....	55

## **RESUMEN**

Evaluar aplicaciones edáficas de yaramila complex, biocompost y la mezcla de yaramila complex más biocompost, en época lluviosa, en el cultivo de plátano barraganete, es alternativa para determinar incrementos de producción. Esta investigación se realizó en El Carmen, provincia de Manabí, finca “Natividad”, km 9 vía al sitio Sumita Pita, coordenadas UTM X: 673305.6; Y: 9976736.3, a 270 msnm, temperatura promedio 25°C. Evaluamos efecto de aplicaciones edáficas de fertilizantes de mezcla química, materia orgánica y la mezcla de los dos anteriores, en el número de hojas, número de hijos, número de manos por racimos, número de dedos por racimo, número de dedos por caja, racimos por cajas producidas. Investigaciones realizadas demuestran que aplicar materia orgánica y fertilizantes químicos beneficia a las plantas, mejor desarrollo del cultivo, mejor calidad de cosecha y aumento de las producciones. Las aplicaciones de fertilizantes al suelo optimizan su fertilidad, mejora las propiedades físicas y químicas. Los tratamientos fueron; 300g de yaramila complex, 500g de biocompost y la mezcla de 300g de yaramila complex más 500g de biocompost, más un testigo, el área de ensayo fue 360 m<sup>2</sup>. Los resultados del laboratorio AgrarProjekt, demuestran que T2 (300 g/planta) tuvo mayor resultado en la absorción de nutrientes comparado al análisis inicial. Las variable racimos por caja producida presento menor número de racimos por caja producida en los T2 (300g yaramila complex) y T3 (500g de biocompost). La cosecha del 19 de junio presento el mayor rendimiento de producción en T2 con 92,02% del racimo fue utilizado para producir una caja de 22 kg.

## **PALABRAS CLAVES**

- **PLATANO**
- **FERTILIZACION EN PLATANO**
- **BIOCOMPOST EN PLATANO**
- **RENDIMIENTO DE PLATANO**

## **ABSTRACT**

To evaluate edaphic applications of yaramila complex, biocompost and the mixture of yaramila complex plus biocompost, in the rainy season, in the banana plantation barraganete, is an alternative to determine production increases. This investigation was carried out in El Carmen, province of Manabí, farm "Natividad", km 9 via the sumita pita site, coordinates UTM X: 673305.6; Y: 9976736.3, at 270 msnml, average temperature 25 ° C. We evaluated the effect of edaphic applications of chemical mixture fertilizers, organic matter and the mixture of the previous two, in the number of leaves, number of children, number of hands per bunch, number of fingers per bunch, number of fingers per box, bunches by boxes produced. Research shows that applying organic matter and chemical fertilizers benefits the plants, better development of the crop, better quality of harvest and increased production. The applications of fertilizers to the soil optimize their fertility, improve physical and chemical properties. The treatments were; 300g of yaramila complex, 500g of biocompost and the mixture of 300g of yaramila complex plus 500g of biocompost, plus one witness, the test area was 360 m<sup>2</sup>. The results of the AgrarProjekt laboratory, show that T2 (300 g / plant) had a higher result in the absorption of nutrients compared to the initial analysis. The variable clusters per box produced presented a lower number of clusters per box produced in T2 (300g yaramila complex) and T3 (500g of biocompost). The harvest of June 19 presented the highest production yield in T2 with 92.02% of the bunch was used to produce a 22 kg box.

## **KEYWORDS**

- **PLANTAIN**
- **FERTILIZATION IN PLANTAIN**
- **BIOCOMPOST IN PLANTAIN**
- **PERFORMANCE OF PLANTAIN**

## I. INTRODUCCION

El plátano, es un fruto de la familia de las Musáceas, especie *Musa paradisiaca*, más grande y menos dulce que otras variedades de su misma familia. Su origen es del Suroeste Asiático, a lo largo de los años su cultivo se ha extendido a Centroamérica, Sudamérica, y África Subtropical.

En el Ecuador se cultivan varios cultivares de plátano siendo el barraganete el principal cultivar utilizado en las plantaciones de todo el país, ya que su textura es ideal para elaborar muchos alimentos de gran demanda, en los últimos años han ido ganando espacio otros cultivares como el dominico hartón y curare enano, (Ulloa, 2012).

El cultivo de plátano, representa un importante sostén para la socio-economía y seguridad alimentaria del país. El cultivo genera fuentes estables y transitorias de trabajo, además de proveer permanentemente alimentos ricos en energía a la mayoría de la población (INIAP, 2014), es un pilar importante en la economía de las ciudades donde se produce, semanalmente mueve gran cantidad de recursos económicos que se ven reflejados en el poder de adquisición de los pobladores que se benefician directa e indirectamente de la producción de plátano.

Actualmente se reportan en el país 144 981 ha de plátano, 86 712 ha están bajo el sistema de monocultivo y 58 269 ha se encuentran asociadas con otros cultivos. La mayor zona de producción, abarca las provincias de Manabí, Santo Domingo y los Ríos con 52 612, 14 249 y 13 376 ha, respectivamente. Las principales variedades explotadas son el “Dominico”, destinado al consumo nacional y el “Barraganete” para la

exportación, estimándose que anualmente se exportan alrededor de 90 000 TM (INIAP, 2014).

El área sembrada se ve limitada por varios factores como, bajas densidades de siembra, deficiente fertilización, ataque plagas y enfermedades y algunas labores básicas para el manejo del cultivo que no se emplean eficientemente (Mite, 2015).

Según (INIAP, 2014), la baja productividad registrada en el país es consecuencia de problemas bióticos (Sigatoka negra, Nematodos, Picudo negro, Virosis, etc.), abióticos (sequía) y tecnológicos (bajas densidades, riego, solo dos aplicaciones de fertilizantes al año y no en los ciclos necesarios para tener una plantación vigorosa, control de plagas, etc.), pues de la superficie total sembrada, solo el 14% recibe riego, el 33% fertilización y 34% control de plagas, más del 60% de la superficie nacional no tiene acceso a la tecnología, razón de los bajos rendimientos obtenidos.

Los abonos orgánicos, tienen altos contenidos de materia orgánica y elementos nutritivos para las plantas, aumentan las capacidades de intercambio iónico, de retención de humedad y bajan el pH. En cuanto a las propiedades físicas, mejoran la infiltración del agua, la estructura y la conductividad hidráulica, disminuyen la densidad aparente y la tasa de evaporación. Han sido utilizados por agricultores como mejoradores del suelo, ya que aumenta la diversidad microbiana, mejora sus condiciones físicas y químicas, así como de nutrientes para el desarrollo de los cultivos (Ramos, Terry, & Soto, 2016).

En esta investigación se evaluó la eficiencia de diferentes tipos de fertilización en el cultivo de plátano y que sean aplicables en esta zona con la mayor extensión de este cultivo en el país.

## **II. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1. Cultivo de plátano**

#### **2.1.1. Generalidades**

El plátano es una monocotiledónea, de la familia Musaceae, originaria del sudeste asiático y traída a nuestro país por los españoles en el siglo XVI (Corpoica, 2014).

Planta herbácea perenne gigante, con rizoma corto y pseudotallo, que resulta de la unión de las vainas foliares, cónico y de 3,5-7,5 m de altura, terminado en una corona de hojas. El plátano, también conocido como verde, tiene tres variedades: barraganete, dominico y maqueño. Se produce en la región Litoral en las zonas de clima cálido. Se cultiva en El Carmen (cantón de Manabí). Allí, el plátano del tipo barraganete ha ganado espacio, ya que se destina a la exportación. Sus tallos forman paredes verdes a lo largo de las vías de primer y segundo orden de la zona. Tienen entre 22 y 44 dedos, según el manejo del cultivo.

Sin el uso de fertilizantes los rendimientos serán cada vez más bajos, debido al empobrecimiento paulatino del suelo por la extracción de nutrientes en las cosechas. Un suelo infértil produce menos, tiene menor cubierta vegetal y está más expuesto a la erosión. Para el correcto aprovechamiento de los fertilizantes se requiere conocer sus características, su efecto en las plantas y suelo, sus formas de aplicación y cómo se prepara una dosis de fertilización con base en los fertilizantes disponibles (Mendoza, 2015).

### 2.1.2. Exigencias de clima y suelo

**Altitud:** Determina el periodo vegetativo del plátano de acuerdo a la variedad, adaptándose en un amplio rango que va desde los cero metros hasta los 2000 msnm (Corpoica, 2014).

**Temperatura:** La temperatura óptima está entre 18.5°C a 35.5°C con una media de 27°C. Este factor determina la frecuencia de emisión de hojas y de ella depende que el periodo vegetativo de la planta sea más largo o más corto (Corpoica, 2014).

**Precipitación:** El cultivo requiere, para su normal desarrollo y buena producción, precipitaciones distribuidas de 120 mm al mes. (Corpoica, 2014).

**Vientos:** No se recomienda establecer el cultivo en zonas que presenten vientos, superiores a los 20 kilómetros/hora, dado que causan daños en las hojas que afectan la producción (Corpoica, 2014).

**Humedad relativa:** Debe ser entre (75-80 %), dado que la alta humedad favorece la presencia de enfermedades causadas por hongos (Corpoica, 2014).

**Luminosidad:** Requiere de 1000 a 1500 horas luz al año, para que las plantas desarrollen adecuadamente (hojas, racimos, yemas o brotes laterales), caso contrario, la baja disponibilidad de luz retrasa la producción y afecta la calidad del fruto (Corpoica, 2014).

**Suelo:** El plátano requiere de suelos con topografía ondulada a plana, profundos, bien drenados, fértiles y con buena cantidad de materia orgánica, de texturas medias y sueltas (franco arenoso a franco-arcillo-arenosos) (Corpoica, 2014).

### **2.2.1. Fertilización en plátano**

La fertilización en plátano es una práctica importante, estos fertilizantes o abonos pueden ser orgánicos como la gallinaza y otros o fertilizantes químicos.

Los niveles de los nutrientes en el suelo, tienden a disminuir debido a la extracción del cultivo y a las pérdidas por agua a través del perfil del suelo. En plantaciones establecidas en suelos muy livianos (suelos) es conveniente fertilizar con mayor frecuencia (Morales, 2010).

Los elementos de mayor consumo y que pueden ser limitantes son el nitrógeno (N) y el potasio (K). La extracción de potasio (K) puede llegar a 1,03 kg/panta, este elemento se va en la fruta entre 85 a 90 1 %. (Espinoza & Belalcazar, 1998).

### **2.2.2. Importancia de la fertilización**

El plátano como todos los cultivos requiere de diversos nutrimentos; un adecuado suministro de ellos mediante la fertilización es necesario para obtener los máximos rendimientos. Algunos nutrimentos son requeridos en cantidades muy bajas, son conocidos como micro nutrientes (Fe, Zn, Mn, Cu y B). Otros nutrimentos son requeridos en mayores cantidades como N, P, K, Ca, Mg y S, es recomendable proporcionar una fertilización balanceada para mejorar la producción y calidad del fruto (Vazquez & Perez, 2004).

Las plantas con deficiencias nutricionales son menos vigorosas; los racimos son pequeños y los frutos de menor calidad. Una plantación fertilizada de manera

balanceada es menos afectada por plagas y enfermedades que aquellas donde la fertilización es deficiente o nula (Vazquez & Perez, 2004).

La fertilidad del suelo es la capacidad para mantener el crecimiento de los cultivos, condicionados por diversos factores físicos, químicos y biológicos. El N es uno de los macronutrientes indispensables para el desarrollo y crecimiento de las plantas, es muy abundante en el suelo y depende del contenido en materia orgánica. Existe entre 0,02 y 0,4 % de N en el suelo, del cual el 98 % está en forma orgánica, solo una pequeña fracción resulta asimilable para las plantas. El N sirve a las plantas para la formación de proteínas, ácidos nucleicos, clorofila y constituye más del 20 % del peso seco de la planta; el contenido de N en el suelo depende de varios factores como el clima, tipo de vegetación y tipo de suelo (Mendoza, 2015).

La secuencia  $K > N > Mg > Ca > P > S$  indica que del total de la planta, el 74 % solo incluyen el K y el N en los racimos. Respecto de la cantidad contenida, el K y el N comprenden mas del 80 % de los nutrientes exportados. Para cada uno de ellos se estima que solo las pérdidas por remoción pueden ser de 400 kg de K/ha/año y 125 Kg de N/ha/año para una producción de 70 toneladas de fruta (Figueroa & Lupi, 2016).

### 2.3. Fertilización Química

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales del cultivo de plátano

Elementos	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn
Kg/Ha	126.5	14.5	399	10.2	20.3	0.8	1.9	0.5

(Gutierrez, 2005)

Un estudio de 7 años realizado en Hawái demostró que con el aporte de N y K en plantaciones densas con suelos irrigados y provistos de Mg, Ca y P; los rendimientos alcanzan las 100 tn/ha/año.

Como en todos los cultivos se resalta la importancia de la correcta nutrición durante el desarrollo de la planta, haciendo particular énfasis en el K, cuyos síntomas de deficiencias son más evidentes antes de la floración (Figuroa & Lupi, 2016).

El plátano es un cultivo tropical que debe recibir su fertilización en la época lluviosa del año. No obstante, es necesario conocer los productos químicos a utilizar. (Chavez, 2012).

El N, es bueno para el desarrollo foliar del banano, activa la emisión de hojas. El P ayuda al enraizamiento de la planta y permite la formación del tallo. El K logra la buena formación de los frutos, con la aplicación de estos tres elementos, de acuerdo al resultado de un análisis de suelos, es posible contar con plantas de buen aspecto, con frutos de calidad y agradable sabor (Chavez, 2012).

### **2.3.1. Nitrógeno**

El N supone el mayor gasto dentro de la fertilización de los cultivos y son la fuente principal de contaminación de las aguas, los nitratos bajan hacia las capas inferiores del suelo cuando existe exceso de agua y ascienden a la superficie por efecto de capilaridad cuando hay escasez de esta, lo que supone una doble contaminación a nivel superficial y subterránea (Mendoza, 2015).

### **2.3.2. Fósforo**

El movimiento de fósforo en los suelos es muy lento. Por lo tanto, las raíces pueden absorber el fósforo sólo de su entorno / radio muy cercano. La primera vez que se añade al suelo con los fertilizantes, el fósforo se encuentra en su forma soluble y disponible. Sin embargo, rápidamente se vuelve indisponible para las plantas en un proceso denominado "fijación" (SMART, 2016).

Debido a que el fósforo aplicado permanece en la capa superior del suelo, las pérdidas principales ocurren a través de la escorrentía superficial y la erosión del suelo. Es importante tener en cuenta los factores anteriores al decidir el momento y frecuencia de las aplicaciones del fósforo (SMART, 2016).

### **2.3.3. Potasio**

El estado nutricional en los estadios tempranos de desarrollo, especialmente de potasio, es muy importante ya que determinará el rendimiento de los frutos. La alta tasa de remoción del potasio requiere de un buen suplemento aun cuando el suelo tenga niveles que podrían considerarse altos. Se recomiendan desde un mínimo de 500 kg/ha de  $K_2O$  cuando el nivel de este nutriente en el suelo es de alrededor de 0.5 meq/100 g o bien, como los resultados de los trabajos realizados en Costa Rica donde la mejor respuesta económica se consigue con dosis que varían entre 600 y 675 kg de  $K_2O$ /ha/año, aun en suelos con relativo alto contenido de K (Figueroa & Lupi, 2016).

### **2.3.4. Otros Nutrientes**

#### **2.3.4.1. Azufre**

El azufre (S) es el 130 elemento más abundante en la corteza terrestre. Es uno de los nueve macronutrientes y por lo tanto es esencial para el crecimiento y desarrollo de los organismos vivos, por su participación en la síntesis de proteínas. El azufre ha sido aplicado en el pasado a través de sulfato de amonio con el superfosfato simple y como sulfato de potasio (Mendoza, 2015).

#### **2.3.4.2. Zinc**

El zinc influye en muchos de los procesos metabólicos de la planta no solo al actuar como un cofactor enzimático en determinadas proteínas activándolas de forma inespecífica (enolasa/glucólisis) y específica (Anhidrasa carbónica), sino al ser un componente de diferentes enzimas (Mendoza, 2015).

#### **2.3.4.3. Magnesio**

El magnesio es un nutriente esencial para el desarrollo de las plantas y constituye el núcleo de la molécula de clorofila, pigmento de las hojas que se necesita para realizar la fotosíntesis en presencia de la luz solar. La fotosíntesis, a su vez, permite la absorción de nutrientes. El magnesio, contenido en la clorofila, fomenta la absorción y transporte de fósforo y ayuda en el almacenamiento de los azúcares dentro de la planta,

indispensable en los procesos de formación de carbohidratos, aceites y grasas (Mendoza, 2015).

Es el activador más común de enzimas asociadas con el metabolismo energético. Además, es el activador de más enzimas que cualquier otro elemento nutritivo, especialmente enzimas respiratorias y otras que actúan sobre sustratos fosforilados como el ATP. Es asimilado en el proceso fisiológico de la absorción del dióxido de carbono. Por otra parte, el magnesio le imparte a las plantas resistencia al ataque de enfermedades (Mendoza, 2015).

#### **2.4. Fertilización Orgánica**

La materia orgánica mejora la estructura del suelo, reduce la erosión del mismo, tiene un efecto regulador en la temperatura del suelo y le ayuda a almacenar más humedad, mejorando significativamente de esta manera su fertilidad (FAO, 2002).

El abono orgánico a menudo crea la base para el uso exitoso de los fertilizantes minerales. La combinación de abono orgánico / materia orgánica y fertilizantes minerales (Sistema Integrado de Nutrición de las Plantas, SINP) ofrece las condiciones ambientales ideales para el cultivo (FAO, 2002).

Aún en países en los cuales una alta proporción de desperdicios orgánicos se utiliza como abono y suministro de material orgánico, el consumo de fertilizantes minerales se ha elevado constantemente (FAO, 2002).

Cuadro 2. Porcentajes promedio de nutrientes en la materia orgánica.

Elementos	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn
Concentración	2%	1%	1.6%	1%	0.3%	0	0	0

(Torres, 2012)

## 2.5. Épocas de aplicación de fertilizantes

Es necesario conocer la estructura del suelo y la época de la planta en la cual el meristemo deja de producir hojas para producir el racimo. Por lo general este cambio ocurre entre las 18 y 20 hojas, es decir, a los seis meses después de haber sido sembrada, lo cual quiere decir que la fertilización se debe de hacer antes de que ocurra este cambio (Mendoza, 2015).

### 2.5.1. Fertilización al momento de la siembra

Se recomienda aplicar de 1 a 2 kilogramos de materia orgánica, 100g de fertilizante completo con base en una fuente de fosforo. Es conveniente hacer la aplicación de correctivos (cal) antes de la siembra, si el análisis de suelo lo recomienda (Morales, 2010).

### **2.5.2. Fertilización dos meses después de la siembra.**

De acuerdo con el ciclo del cultivo la planta ha emitido cinco hojas, entrando a un período de acelerado crecimiento en la formación de hojas y raíces; en este periodo se debe aplicar el 25 % de la dosis anual de fertilizantes. (Morales, 2010).

### **2.5.3. Fertilización cinco meses después de la siembra.**

La planta a esta edad ha emitido aproximadamente 12 hojas, entrando a un período crítico, donde ocurre la diferenciación floral, siendo necesario la tercera fertilización, aplicando el 50 % de la dosis anual recomendada (Morales, 2010).

### **2.5.4. Fertilización diez meses después de la siembra.**

La planta a esta edad ha emitido aproximadamente 30 hojas y está próxima a florecer. En esta etapa se aplicará el 25% restante de la dosis anual recomendada, dirigida al colino o planta de reemplazo para el segundo ciclo (Morales, 2010).

### **2.5.5. Fertilización desde el segundo ciclo en adelante.**

De este período en adelante se recomienda hacer la fertilización cada 4 meses, aplicando el 25% de la dosis total anual (Morales, 2010).

## **2.6. Métodos de aplicación**

### **2.6.1. Sistema manual o localizado**

El sistema de aplicación que se recomienda es el manual o localizado (en banda alrededor del hijo) teniendo en cuentas las siguientes recomendaciones:

- El abono debe de colocarse en la zona de máxima absorción radicular. En el plátano, este se encuentra circundando la planta y cubriendo un área de aproximadamente 1 metro de ancho.
- Debe espaciarse en media luna al lado del hijo que se ha seleccionado como futura unidad de producción (ANECAFE, 2010).

### **2.6.2. Fertilización en hoyo.**

La aplicación del fertilizante en el hoyo da mejor aprovechamiento, ya que el Fósforo y Potasio tienen poca movilidad en el suelo, por lo que su aplicación en bandas o localizado es lo más recomendable. Cuando se realizan aplicaciones superficiales la eficiencia es baja, sobre todo cuando las características del suelo favorecen la fijación o inmovilidad de los nutrientes aplicados. Como el Nitrógeno es soluble y de gran movilidad en el suelo (Vazquez & Perez, 2004).

### **2.6.3. Aplicación al voleo.**

Las aplicaciones al voleo dan buenos resultados, siempre y cuando se incorpore al suelo; las pérdidas por volatilización de fertilizante nitrogenado son considerables cuando no se mezcla con el suelo (18%), siendo mayor su aprovechamiento si es enterrado al menos a 4 cm de profundidad, en cuyo caso las pérdidas se reducen al 6% (Vazquez & Perez, 2004).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. Ubicación Política

**Provincia:** Manabí

**Cantón:** El Carmen

**Parroquia:** El Carmen

**Sector:** Sumita Pita

##### 3.1.2. Ubicación Geográfica.

Coordenadas UTM; X: 673305.6; Y: 9976736.3

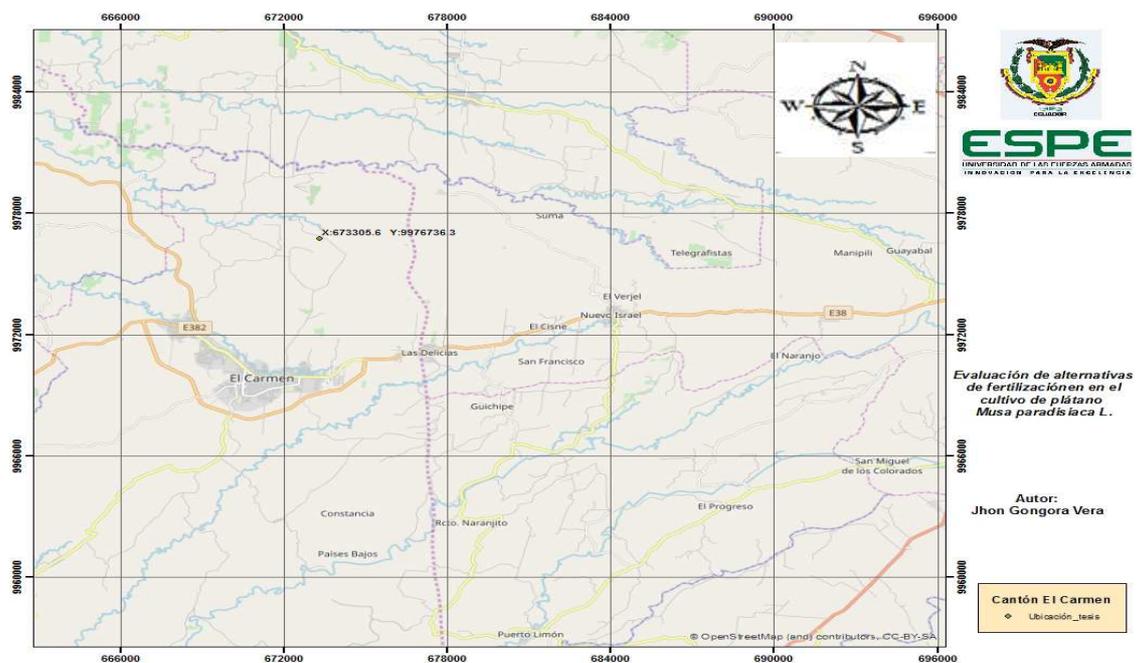


Figura 1. Ubicación del lugar de ensayo.

### 3.1.3. Ubicación Ecológica.

**Zona de vida** : De acuerdo a la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1982), el área pertenece a bosque húmedo tropical (bh-T).

**Altitud** : 270 msnm

**Temperatura** : 25 °C

**Precipitación** : 2800 mm

**Suelos** : limo arcillosos y arenosos con pH 5,5 a 6,5, de topografía plana y ondulado con pendientes de 0 al 23 %

**Vegetación** : Pastizales asociados con árboles forestales de crecimiento espontáneo, el más notable es el laurel (*Cordia alliodora*). Monocultivos de plátano, cacao, maracuyá y palma han reducido la diversidad de la zona.

## 3.2. MATERIALES

Cuadro 3. Materiales utilizados en la investigación

MATERIALES	EQUIPOS	INSUMOS	
Cintas de color (Marcador)	Desmalezadora	Fertilizante químico	Yaramila complex
Herramientas menores	Gps	Abonos orgánicos	Biocompost
Piola	Bomba de mochila	Agroquímicos	Glufosinato de amonio
Material de oficina	Podón		Nakar
Estacas	Cámara fotográfica		
	Balanzas		

### **3.3. MÉTODOLOGIA**

#### **3.3.1. Diseño Experimental**

##### **3.3.1.1. Factores probados**

En el presente trabajo de investigación se probó los siguientes factores:

Estudio del efecto de la aplicación de fertilizantes químicos y orgánicos en el desarrollo y producción del cultivo de plátano.

Efecto de la frecuencia de la aplicación de fertilizantes químicos y orgánicos.

Para el tratamiento con fertilizantes químicos, se usó la dosis recomendada por el fabricante de acuerdo a un análisis de suelo previo, con el cual se suministró la dosis necesaria de fertilizante.

En el tratamiento de fertilizante orgánico se utilizó una dosificación, considerando la cantidad de materia orgánica que contiene el suelo con el análisis de laboratorio que se realizó previamente.

Para el tratamiento en el que se combinó los dos tipos de fertilizantes, químico y orgánico en mezcla física, se midió según la FAO (2002), el aumento de eficiencia de los abonos minerales, que tengan mejor acción sobre el cultivo.

### 3.3.1.2. Descripción de los tratamientos

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos a evaluar

Tratamientos	Frecuencia	Codigo	Descripción
T1	Inicio y Testigo final		Testigo
T2	C/90 días	FQ	Fertilizante Químico (Yaramila Hydran)
T3	C/90 días	FO	Fertilizante Orgánico (Biocompost)
T4	C/90 días	FQ+FO	Combinación (Químico – Orgánico)

### 3.3.1.3. Tipo de diseño.

Se utilizó un DCA, debido a la homogeneidad del terreno en el cual se encuentran establecidas las unidades experimentales.

### 3.3.1.4. Repeticiones

Se utilizó cinco repeticiones por tratamiento.

### 3.3.1.5. Características de las UE

Número de unidades experimentales	:	20
Área de la unidad experimental	:	18 m <sup>2</sup>
Largo	:	6 m
Ancho	:	3 m
Forma de la UE	:	Rectangular
Área total del ensayo	:	360 m <sup>2</sup>
Forma del ensayo	:	Rectangular

### 3.3.1.1. Croquis del diseño

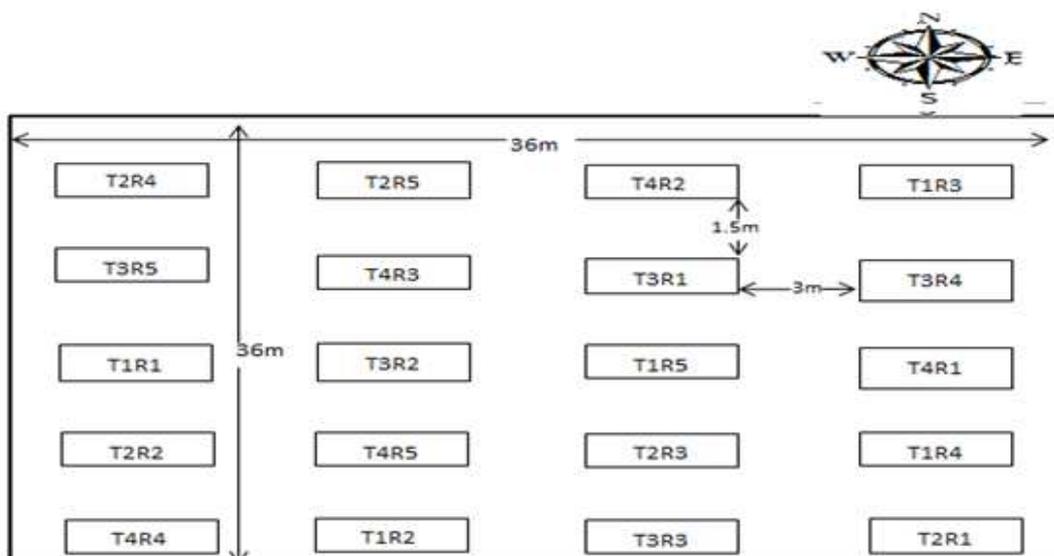


Figura 2. Croquis del diseño del experimento.

### 3.3.2. Análisis estadístico.

El experimento estuvo conformado por tres tratamientos, con cinco repeticiones y un testigo al que solo se le realizó labores de manejo, lo que da 20 unidades experimentales.

#### 3.3.2.1. Esquema del análisis de varianza

Cuadro 5. Análisis de varianza en DCA.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Tratamiento	3
Error Experimental	16
Total	19

#### 3.3.2.2. Coeficiente de variación

Para el cálculo del coeficiente de variación se utilizó la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{\sqrt{CM_e}}{X} * 100$$

Dónde:

CV = Coeficiente de variación.

CMEE = Cuadrado medio del error experimental.

X = Promedio de tratamiento

### 3.3.2.3. Análisis funcional

El análisis funcional se lo realizo mediante la aplicación de la prueba de significancia de Tukey al 5%, se hizo comparaciones ortogonales (cuadro 6), se tendrá un nuevo ADEVA (cuadro 7).

Cuadro 6. Comparaciones ortogonales.

Comparaciones ortogonales		
Te	VS	FQ; FO; FQ+FO
FQ, FO	VS	FQ+FO
FQ	VS	FO

Cuadro 7. Análisis de varianza en DCA con comparaciones ortogonales

Fuentes de variación	Grados de libertad
Tratamientos	3
Te vs FQ; FO; FQ+FO	1
FQ, FO vs FQ+FO	1
FQ vs FO	1
Error experimental	16
Total	19

### **3.3.3. Análisis Económico**

Para determinar el análisis económico, se cosecharon los tratamientos y se valoraron los ingresos económicos, que luego se relacionaron con los egresos, lo que permitirá determinar un balance económico de costo beneficio.

### **3.3.4. Variables a Medir**

#### **3.3.4. Manejo del Experimento**

##### **3.3.4.1. Análisis de suelo y foliar del cultivo.**

Se tomó muestras de suelo 60 días antes de la aplicación de los tratamientos para conocer cuál es la cantidad de minerales presentes en el suelo, y así proponer un plan de fertilización.

Se tomó muestras foliares 60 días antes de la aplicación de los tratamientos, para saber cuál es la movilidad de los minerales y si existe o no incidencia de los tratamientos utilizados.

Los análisis de laboratorio los realizaron el 27 de diciembre del 2017, en el laboratorio AGRAR PROJEKT en la ciudad de Quito.

### 3.3.4.2. Número de Hojas.

Para cada tratamiento, se partió de una línea base, contando el número de hojas en la planta al inicio de la investigación y se relacionó con el número de hojas en las plantas al final del tratamiento. Este valor se expresara en porcentaje según la fórmula:

$$NHo = (hi/Hf) \times 100$$

NHo = Número de Hojas (%)

hi = Número de hojas al inicio del experimento

Hf = Número total de hojas al final del experimento

### 3.3.4.3. Número de hijos.

Se partió de una línea base del número de hijos, antes de aplicar los tratamientos, luego se contó el número de hijos antes de finalizar el ensayo, para evaluar el porcentaje de hijos nuevos en la planta. Este valor se expreso en porcentaje según la fórmula:

$$NH = (h/H) \times 100$$

NH = Número de Hijos (%)

h = Número de hijos antes de los tratamientos

H = Número total de Hijos

#### **3.3.4.4. Número de manos.**

Se contó el número de manos por racimo antes de aplicar los tratamientos, al final del experimento se volvió a contar el número de manos producidas para verificar si existió variación del número de manos producidas por un racimo.

#### **3.3.4.5. Numero de dedos.**

Se valoró el peso en kg de las cajas producidas antes de la aplicación de los tratamientos, se contó el número de dedos totales que produce un racimo y se contó el número de dedos que se colocan en las cajas, al final del experimento se contó y pesó en kg el número de cajas por tratamiento y de igual forma se contó el número de dedos por caja para verificar la diferencia antes y después de la aplicación de los tratamientos

#### **3.3.4.6. Grado exportable.**

Para la evaluación de este parámetro se tomó en cuenta el grado de madurez fisiológica de la fruta con relación al número de semanas con las que se cosecha antes de la aplicación de los tratamientos, y al final de la investigación para determinar si la madurez fisiológica de la fruta, se redujo o aumento el número de semanas con base a los tratamientos aplicados.

#### **3.3.4.7. Número de racimos por caja.**

Se contó el número de racimos necesarios para hacer una caja de 22,7 kg antes de aplicar los tratamientos, y luego de la aplicación de los mismos con lo cual se evaluó la diferencia entre los tratamientos aplicados.

#### **3.3.4.8. Relación costo/beneficio**

Se realizó la relación costo/beneficio al final de la investigación, estableciendo la relación entre egresos que se generaron con la aplicación de los tratamientos, con las ganancias generadas una vez concluido el trabajo.

### **3.3.5. Manejo del Experimento**

#### **3.3.5.1. Fase de implantación**

Antes de implantar el ensayo se realizó un control de malezas con glufosinato de amonio, luego se delimitaron las parcelas con estacas y piola.

Se realizó adicionalmente un deshijado, eliminación de hojas enfermas y un deschantado (eliminación de restos de pseudotallo muerto), para iniciar el ensayo con plantas en perfecto estado fitosanitario.

Cada unidad experimental tuvo seis plantas, las dos plantas centrales fueron la parcela neta, y se marcaron con cinta color verde.

Se dividió el ensayo en 20 parcelas y se sortearon los respectivos tratamientos y repeticiones.

Se identificó el ensayo y los tratamientos con sus respectivos letreros.

Se tomaron muestras de suelo y foliares y fueron enviadas a Quito al laboratorio AGRARPROJEKT S.A. del Dr. Karl Sponagel, con estos resultados se realizó un plan de fertilización para el área de estudio.

La Fertilización se realizó el 15 de Feb del 2018, se utilizó una mezcla química de N, P, K y Mg, más microelementos como, S, B, Fe, Mn y Z se utilizó el fertilizante yaramila complex 300g/planta y un abono orgánico de alto contenido de materia orgánica que además contiene macro y micro nutrientes (biocompost).

Se realizó un desmalezado en el mes de Mayo del 2018.

Cabe mencionar que todos los tratamientos recibieron las mismas labores culturales.

### **3.3.5.2. Fase de aplicación de los tratamientos**

La aplicación de los tratamientos iniciaron el 15 de Febrero del 2018.

La aplicación de los fertilizantes químicos y orgánicos se lo hizo con la ayuda una pala.

La dosificación de los fertilizantes se realizó considerando los resultados del análisis de suelo y foliar.

- T1 Testigo
- T2 Fertilizante Químico (yaramila complex) 300 gr
- T3 Fertilizante Orgánico (biocompost)
- T4 Combinación fertilizante químico + fertilizante orgánico

La frecuencia de aplicación dependía del tratamiento

- T1 Sin fertilizante
- T2 cada 90días 150gr/planta
- T3 al inicio de la investigación
- T4 al inicio de la investigación

### **3.3.5.3. Fase de evaluación de los tratamientos**

Antes de evaluar los tratamientos se partió de una línea base para saber el estado fitosanitario y rendimiento del cultivo antes de la investigación.

El conteo de número de hojas y número de hijos se lo realizó cada 15 días en todos los tratamientos, el conteo de número de manos y dedos por racimo y número de dedos por caja se lo realizó a los 5 meses cada siete días, luego de la cosecha en todos los tratamientos.

En total se realizaron 10 muestreos de número de hijos y número de hojas tomando en cuenta la línea base, se realizaron ocho muestreos de número de dedos, número de manos por racimo y número de racimos por caja producida, la aplicación de los tratamientos se realizó por un periodo de cinco meses desde el 15 de febrero de 2018 hasta el 17 Julio de 2018.

El 23 de Julio de 2018 se tomó otras muestras de suelo y foliar para un análisis final en el tratamiento T1 (testigo) y el T2 (Fertilizante químico) que mejor resultados presento en la cosecha.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Análisis químico del suelo

Cuadro 8. Análisis químico del suelo

Elemento	Unidad	Nivel óptimo para plátano	Valor inicial	Valor final de mejor tratamiento (T2)
Nitrógeno total (N)	mg/kg	35 – 60	20.9	27.86
Fosforo (P)	mg/kg	25 - 40	11.7	17.5
Potasio (K)	mg/kg	125 - 320	112	123
Magnesio (Mg)	mg/kg	45 - 135	69	75
Calcio (Ca)	mg/kg	600 - 1800	290	310
Azufre (S)	mg/kg	15 – 25	3.3	5.2
Hierro (Fe)	mg/kg	20 – 50	147	147
Manganeso (Mn)	mg/kg	6 – 30	32.1	32.5
Cobre (Cu)	mg/kg	1.0 - 4.0	3.3	3.3
Zinc (Zn)	mg/kg	1.2 - 6.0	6.3	6.8
Boro (B)	mg/kg	0.15 - 0.60	0.18	0.26
Silicio (Si)	mg/kg	-	21.9	30.7
Sodio (Na)	mg/kg	< 140	4.2	4.5
Cloruro (Cl)	mg/cm	< 210	4.4	4.9
pH (en KCl)		5.5 - 7.0	5.6	5.8
Mat. Organica	%	3 – 12	11.3	11.1

Laboratorio: Agrarprojekt S.A. Certificado por: Dr. Karl Sponagel

El análisis químico inicial del suelo muestra un valor de 11.3 % de materia orgánica estando casi en el límite superior para cantidad de materia orgánica para este tipo de cultivo, el valor del pH del suelo está ligeramente ácido, casi en límite inferior del rango normal de este tipo de cultivos, con el análisis también se observa una deficiencia de los macro nutrientes (N, P, K, Ca, S), como también de micro nutrientes (B), elemento que ayuda en la división celular de la planta y se observa exceso de hierro.

El análisis químico del suelo que se realizó al finalizar el experimento mostro valores de 11.1% de materia orgánica, siendo un valor que se encuentra cerca al límite de la cantidad de materia orgánica para un óptimo desarrollo del cultivo, el pH el suelo subió ligeramente encontrándose dentro del rango que permite este tipo de cultivos, con el análisis de suelo al final del experimento se observó que subieron los niveles de concentración de los macro nutrientes (N, P, K, Ca, S), que estaban deficientes en el suelo dando una mejor condición al suelo y que puedan ser aprovechados por la planta, así mismo el micronutriente que se encontraba deficiente (B), aumento su concentración permitiendo desarrollar de mejor forma procesos biológicos en el cultivo.

#### 4.2. Análisis Foliar

Cuadro 9. Análisis foliar del cultivo

Elemento	Unidad	Rango		Tratamiento
		Normal considerado para plátano	Valor Inicial	T2 (Fertilizante Químico)
Nitrógeno Total (N)	%	2.50 – 3.80 %	2.95	3.37
Fósforo (P)	%	0.18 – 0.28 %	0.15	0.19
Potasio (K)	%	2.80 – 4.00 %	3.26	3.76
Magnesio (Mg)	%	0.21 – 0.35 %	0.26	0.31
Calcio (Ca)	%	0.50 – 1.00 %	0.72	1.2
Azufre (S)	%	0.18 - 0.28 %	0.20	0.24
Sodio (Na)	%	0.01 - 0.10 %	0.06	0.07
Hierro (Fe)	ppm (mg/kg)	75 – 200 ppm	128	146
Manganeso (Mn)	ppm (mg/kg)	50 – 250 ppm	111	175
Cobre (Cu)	ppm (mg/kg)	8 – 15 ppm	7.7	7.9
Zinc (Zn)	ppm (mg/kg)	20 – 60 ppm	21.2	25.67
Boro (B)	ppm (mg/kg)	10 – 50 ppm	44.4	47.56
Silicio	%		0.81	0.79

Laboratorio: Agrarprojekt S.A. Certificado por: Dr. Karl Sponagel

En el cuadro 9 muestra el análisis foliar inicial de la investigación comparado con el análisis final del tratamiento T2 observando que existió un adecuado consumo en la mayoría de macro nutrientes como el N, K y Mg, pero se observa que el P está bajo en la planta, lo cual es producido por un bajo contenido de P en el suelo, los micro

nutrientes se encuentran dentro de los rangos para este cultivo, con diferencia en el Cu que se encuentra por debajo del rango para este cultivo, con producciones de 100 cajas por hectárea al año.

El análisis químico del suelo reflejó al inicio del experimento que existía deficiencia de macronutrientes, (N, P, K, Ca, S) los cuales son esenciales para un adecuado desarrollo del cultivo, por lo cual se puede afectar su presencia en la planta estos elementos se complementaron con la fertilización edáfica de acuerdo a los tratamientos que se utilizaron en el experimento. El análisis foliar mostró un bajo consumo de P y K en la planta lo cual puede ser ocasionado por su baja disponibilidad en el suelo, lo que podría afectar a los procesos fisiológicos de las plantas, el nivel de N en la planta se mostró adecuado a pesar que en el suelo está deficiente, los micro nutrientes se encuentran dentro de los niveles para este tipo de cultivos como lo menciona Bryson, (2014). Pero sin embargo con la aplicación de los tratamientos del experimento se elevaron los niveles de los micronutrientes en las plantas.

### **4.3. Número de Hojas**

En el cuadro 10 Se muestra el resumen del análisis de varianza de la variable número de hojas desde el 15 de febrero de 2018 hasta el 3 de junio del 2018, observando que para esta variable no se observa diferencia estadística hasta la culminación del ensayo. En el cuadro 10 se muestra las comparaciones ortogonales las cuales no mostraron diferencia estadística en la comparación de cada tratamiento, desde la primera evaluación hasta el final del experimento.

Cuadro 10. Resumen ADEVA. Numero de hojas en el cultivo de plátano

Fuente de Variación	Grados		Cuadrados Medios								
	de	Línea	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tratamientos	3	0,77ns	1,45ns	0,98ns	0,67ns	0,56ns	0,73ns	0,70ns	0,65ns	0,59ns	0,47ns
T Vs FQ;FO;FQ+FO	1	0,28ns	0,88ns	0,27ns	0,01ns	0,07ns	0,22ns	0,60ns	0,75ns	0,93ns	0,87ns
FQ;FO Vs TQ+FO	1	2ns	2,90ns	1,93ns	1,40ns	1,08ns	0,75ns	0,53ns	0,56ns	0,44ns	0,34ns
FQ Vs FO	1	0,02ns	0,56ns	0,73ns	0,60ns	0,53ns	1,20ns	0,98ns	0,64ns	0,41ns	0,22ns
ERROR	16	1,16	0,39	0,56	0,63	0,59	1,38	2,01	2,3	2,51	3,36
TOTAL	19										
CV (%)		10,1	6	7,04	7,65	7,48	11,85	14,8	16,3	17,46	20,95

En el cuadro 10 se observa que en el tiempo de evaluación de los tratamientos las prácticas de manejo no influyen en el número de hojas por planta debido a que su p-valor fue mayor a 0,05 desde la primera evaluación, por lo tanto se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_a$ , que ninguno de los tratamientos tiene respuesta en el desarrollo y producción del cultivo de plátano.

Ninguno de los tratamientos aplicados influye en el número de hojas por planta, por lo tanto el número de hojas por planta no va a depender solo de la fertilización que se le dé al cultivo, sino que va a depender del tipo de cultivar que se tenga en la plantación como menciona Delgadillo, (2014), del mismo modo dependera del manejo fitosanitario de la plantacion tal como lo menciona Velazques, (2015), debido a que los pequeños productores muchas veces no realizan un deshoje fitosanitario adecuado.

#### 4.4. Número de Hijos

En el cuadro 11. Se muestra el resumen del análisis de varianza de la variable número de hijos desde el 15 de febrero de 2018 hasta el 3 de junio del 2018, observando que para esta variable no existe diferencia estadística desde la primera evaluación hasta la culminación del ensayo. En el cuadro 11 se muestra las comparaciones ortogonales las cuales no mostraron diferencia estadística en la comparación de cada tratamiento, desde la primera evaluación hasta el final del experimento.

Cuadro 11. Resumen ADEVA. Número de hijos en el cultivo de plátano.

Fuente de Variación	Grados de Libertad		Cuadrados Medios								
	Libertad	Base	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tratamientos	3	0,7ns	0,17ns	0,46ns	0,72ns	0,9ns	0,77ns	0,77ns	0,95ns	1,10ns	1,06ns
TE.VsFQ;FO;FQ+FO	1	0,7ns	0,26ns	0,75ns	1,17ns	1,18ns	0,78ns	0,63ns	0,92ns	1,16ns	1,12ns
FQ;FO Vs TQ+FO	1	0,6ns	0,04ns	0,03ns	0,02ns	0,03ns	0,025ns	0,02ns	0,1ns	0,15ns	0,20ns
FQ Vs FO	1	0,8ns	0,2ns	0,6ns	0,98ns	1,52ns	1,54ns	1,65ns	1,82ns	2ns	1,86ns
ERROR	16	0,82	1,96	1,82	1,49	1,16	0,97	0,82	0,81	0,79	0,17
TOTAL	19										
CV (%)		32,63	63,3	49,4	40,8	35,17	31,68	29,37	30,15	30,67	32,6

En el cuadro 11 se observa que en el tiempo de evaluación de los tratamientos las prácticas de manejo no influyen en el número de hijos por planta debido a que su p-valor fue mayor a 0,05 desde la primera evaluación, por lo tanto se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_a$ , que ninguno de los tratamientos tiene respuesta en el desarrollo y producción del cultivo de plátano.

Ninguno de los tratamientos aplicados influye en el número de hijos por planta, por lo tanto el número de hijos por planta no va a depender solo de la fertilización que se dé al cultivo, sino que va a depender del manejo que se dé al cultivo en cantidad de número de hijos que se manejen en la plantación tal como lo menciona Andrade, (2013) que manifiesta que se debe hacer esta labor para mantener la densidad poblacional, un regular número de hijos y por selección de los mejores hijos.

#### 4.5. Número de Manos

En el cuadro 12 se muestra el resumen del análisis de varianza de la variable número de manos desde el 29 de mayo del 2018 hasta el 10 de julio del 2018, observando que para esta variable si existe diferencia en la cuarta evaluación. En el cuadro 12 se muestra las comparaciones ortogonales las cuales mostraron diferencia estadística en la comparación fertilización química y fertilización orgánica versus fertilización organomineral desde la tercera evaluación hasta el final.

Cuadro 12. Resumen del ADEVA. Número de manos por racimo en el cultivo de plátano.

Fuente de Variación	Grados de Libertad		Cuadrados Medios						
	de	Línea Base	1	2	3	4	5	6	7
Tratamientos	3	0,17ns	0,13ns	0,56ns	1,17ns	2,20*	1,61ns	1,85ns	1,92ns
TE. Vs FQ;FO;FQ+FO	1	0,17ns	0,04ns	0,11ns	0,38ns	0,07ns	0,06ns	0,11ns	0,17ns
FQ;FO Vs TQ+FO	1	0,08ns	0,08ns	1,39ns	3*	5,63*	4,69ns	5,36ns	5,33*
FQ Vs FO	1	0,25ns	0,25ns	0,17ns	1,04ns	0,9ns	0,08ns	0,07ns	0,18ns
ERROR	16	0,85	0,63	0,5	0,13	1	2,25	1,39	0,63
TOTAL	19								
CV (%)		18,54	15,43	13,69	16,83	17,07	22,9	23,77	23,38

En el cuadro 12 se observa que en las evaluaciones realizadas la fertilización influye significativamente en el porcentaje de número de manos por racimo cosechado, debido a que el p-valor fue menor a 0,05 en la cuarta evaluación por lo tanto se rechaza la  $H_a$  y se acepta la  $H_0$  que al menos uno de los tratamientos tiene respuesta al desarrollo y producción del cultivo de plátano.

Como existe diferencia estadística a continuación se presenta la prueba de Tukey al 5%.

En el cuadro 13 se observa el promedio del porcentaje número de manos por racimo de cada tratamiento en las evaluaciones realizadas durante los cinco meses de duración de la investigación.

Cuadro 13. Porcentaje de manos por racimo.

Tratamientos	Evaluaciones								Promedio
	Línea Base	1	2	3	4	5	6	7	
Testigo	71,43	71,43	71,43	71,43	71,43	57,14	71,43	71,43	69,64
Ferti. Qui.	85,71	71,43	85,71	57,14	57,14	85,71	89,5	57,14	73,69
Ferti. Org	85,71	57,14	85,71	85,71	85,71	28,57	89,5	89,5	75,94
Ferti. Qui+Org.	71,43	71,43	57,14	42,86	42,86	57,14	85,71	71,43	62,50

En el cuadro 13 se observa que en promedio el tratamiento con mayor porcentaje de número de manos por racimo es T3 (Fertilización orgánica) con 75,94%, seguido del T2 (fertilización química) con 73,69%, comparado al T1 (testigo) con 69,64% y el T3 (fertilización Química+organica) que fue el de menor rendimiento con 62,50%.

Este cuadro muestra que a inicio del ensayo se tenía un 78,57% de número de manos y al final del ensayo este porcentaje disminuyó a 69,64% en el testigo, mientras que en el T3 (fertilización orgánica) también se disminuyó el porcentaje de número de manos a un 73,69 % al final del ensayo.

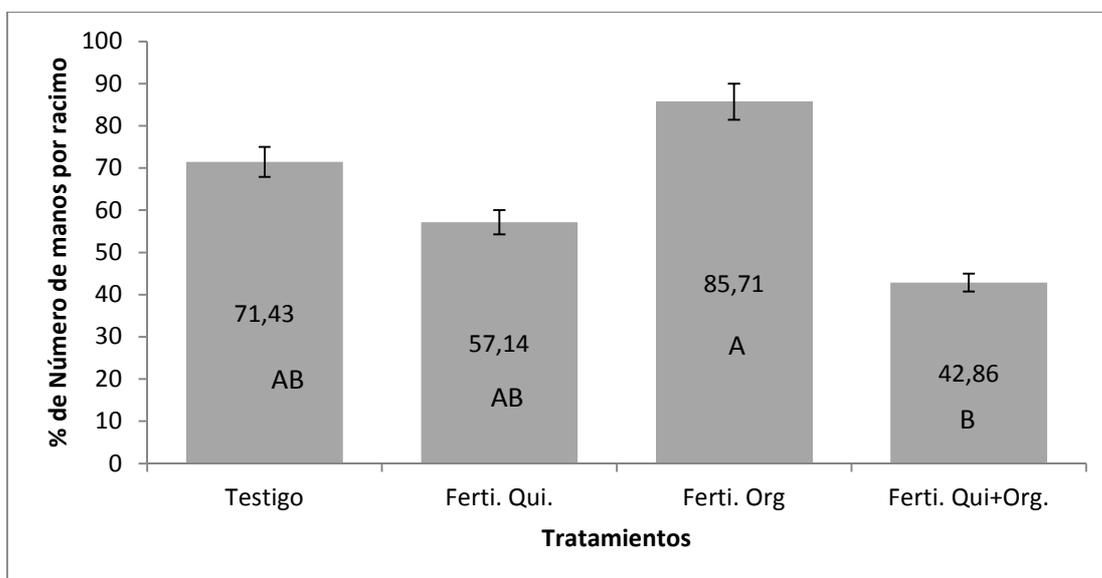


Figura 3. Prueba de tukey al 5% para la variable número de manos por racimo en el cultivo de plátano, en la cuarta evaluación.

En la cuarta evaluación en la variable número de manos por racimo se observó diferencia estadística significativa entre los tratamientos de la investigación con el testigo, el tratamiento experimental T3(fertilización orgánica) con 85,71% de número de manos se observó mayor resultado en comparación con los demás tratamientos, los T2(fertilización química) y T4(fertilización organomineral) son estadísticamente iguales entre ellos, observando en el T2 (fertilización química) con 57,14% de número de manos por racimo y T4(fertilización organomineral) con 42,86%, siendo estos menores en comparación al T1(testigo) con 71,43%

## 4.6. Número de dedos

### 4.6.1. Número de dedos por racimo

En el cuadro 14 se muestra el resumen del análisis de varianza de la variable número de dedos por racimo desde el 29 de mayo del 2018 hasta el 10 de julio del 2018, observando que para esta variable si existe diferencia desde la quinta evaluación hasta el final del experimento. En el cuadro 14 se muestra las comparaciones ortogonales las cuales mostraron diferencia estadística en las comparaciones Testigo versus el resto de tratamientos desde la cuarta evaluación hasta el final y fertilización química y fertilización orgánica versus fertilización organomineral en la quinta y séptima evaluación.

Cuadro 14. Resumen del ADEVA. Número de dedos por racimo en el cultivo de plátano, en los cinco meses de investigación.

Fuente de Variación	Grados de Libertad		Cuadrados Medios						
	de	Línea Base	1	2	3	4	5	6	7
Tratamientos	3	5,46ns	8,33ns	11,19ns	31,56ns	46,18ns	58,93*	75,90*	87,03*
TE. Vs FQ;FO;FQ+FO	1	12,04ns	6ns	26,69ns	72,52ns	70,42*	100,35*	183,05**	173,34**
FQ;FO Vs TQ+FO	1	4,08ns	6,75ns	2,72ns	22,04ns	64,53ns	75,11*	44,02ns	82,69*
FQ Vs FO	1	0,25ns	12,25ns	4,17ns	0,13ns	3,6ns	1,33ns	0,64ns	5,06ns
ERROR	16	1,38	4,75	15,33	16,4	15,4	16,11	20,33	20,09
TOTAL	19								
CV (%)		4,24	7,78	13,39	13,64	13,33	13,82	15,18	15,24

En el cuadro 14 se observa que en las evaluaciones realizadas los tratamientos de fertilización influyen significativamente en el porcentaje de número de dedos por racimo cosechado, debido a que el p-valor fue menor a 0,05 desde la quinta evaluación

hasta el final del experimento, por lo tanto se rechaza la  $H_a$  y se acepta la  $H_o$  que al menos uno de los tratamientos tiene respuesta al desarrollo y producción del cultivo de plátano.

Como existe diferencia estadística a continuación se presenta la prueba de Tukey al 5%.

En el cuadro 14 se observa el promedio del porcentaje número de dedos por racimo de cada tratamiento en las evaluaciones realizadas durante los cinco meses de duración de la investigación.

Cuadro 15. Porcentaje de dedos totales por racimo.

Tratamientos	Evaluaciones								Promedio
	Línea Base	1	2	3	4	5	6	7	
Testigo	79,5	70	67,5	60	67,5	55	60	65	65,56
Ferti. Qui.	75	77,5	87,5	82,5	75	87,5	87,5	85	82,19
Ferti. Org	80	60	92,5	97,5	87,5	62,5	90	70	80,00
Ferti. Qui+Org.	77,5	72,5	70	70	55	65	40	52,5	62,81
	78								

En el cuadro 14 se observa los promedios de los porcentajes de cada tratamiento, el T2 (Fertilización química) con 82,19%, seguido del T3 (fertilización Orgánica) con 80,00% comparados al T1 (testigo) con 65,56% y el T4 (fertilización Química+organica) que presento el menor porcentaje con un 62,81%.

Se observa que al inicio del ensayo se tenía 78% de número de dedos por racimo, al final del ensayo este porcentaje aumento a 82,19% en T2 (Fertilización química) y 80% en el T3(fertilización Orgánica), mientras en el T4 (fertilización Química+organica) y

T1(testigo) disminuyo con un 65,46% y 62,81% respectivamente hasta el final del ensayo.

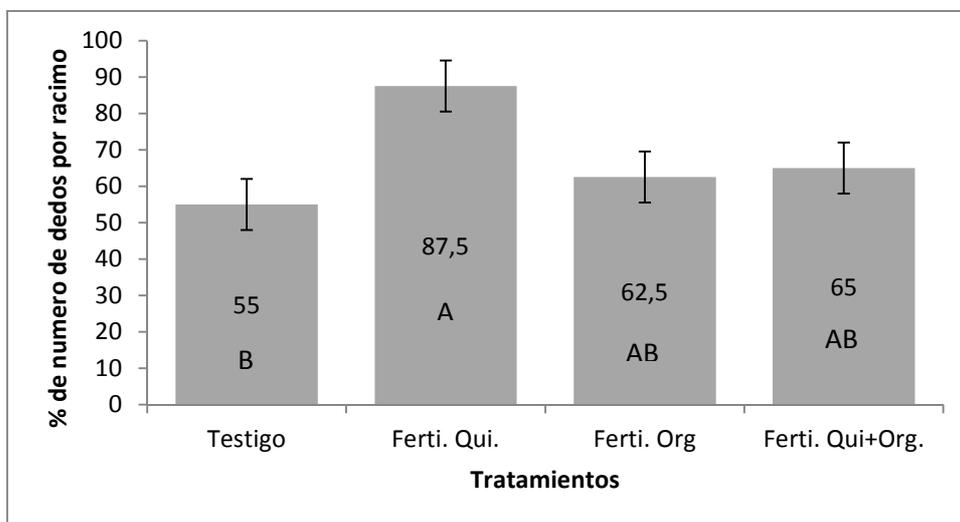


Figura 4. Prueba de tukey al 5% para la variable número de dedos por racimo en el cultivo de plátano, en la quinta evaluación.

A partir de la quinta evaluación en la variable número de dedos por racimo se observó diferencia significativa entre los tratamientos propuestos en la investigación en comparación con el testigo, los tratamientos experimentales son estadísticamente iguales entre si teniendo que el T2 (Fertilización química) tiene 87,5% de número de dedos, seguido del T4 (fertilización química+orgánica) 65%, T3 (fertilización orgánica) 62,5% siendo estos mejores en comparación al T1 (testigo) 55%.

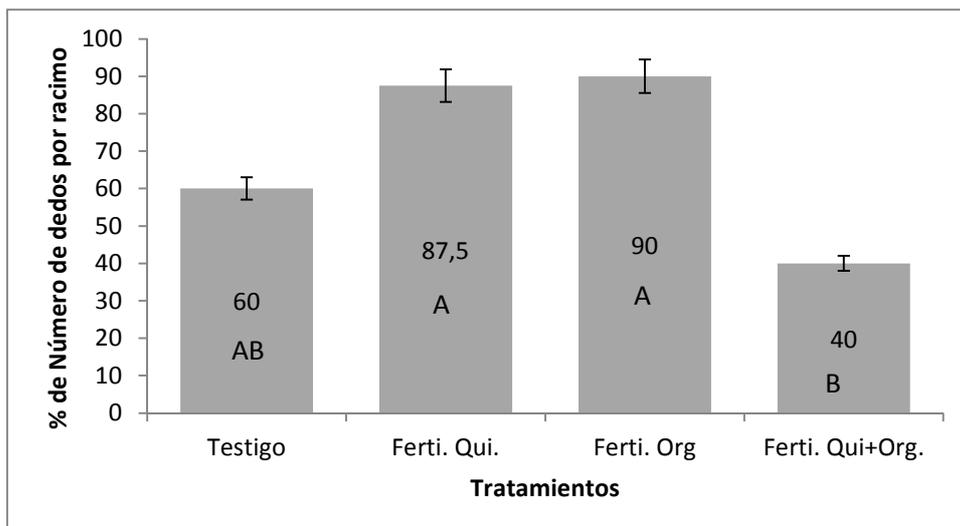


Figura 5. Prueba de tukey al 5% para la variable número de dedos por racimo en el cultivo de plátano, en la sexta evaluación.

En la sexta evaluación de la variable número de dedos por racimo se observa que existe diferencia significativa de los tratamientos T2 (fertilización química) y T3 (fertilización orgánica) 87,5% y 90% respectivamente en comparación con el T4 (fertilización órgano-mineral) 40% que es la de más bajo porcentaje y el T1 (testigo) con 60%.

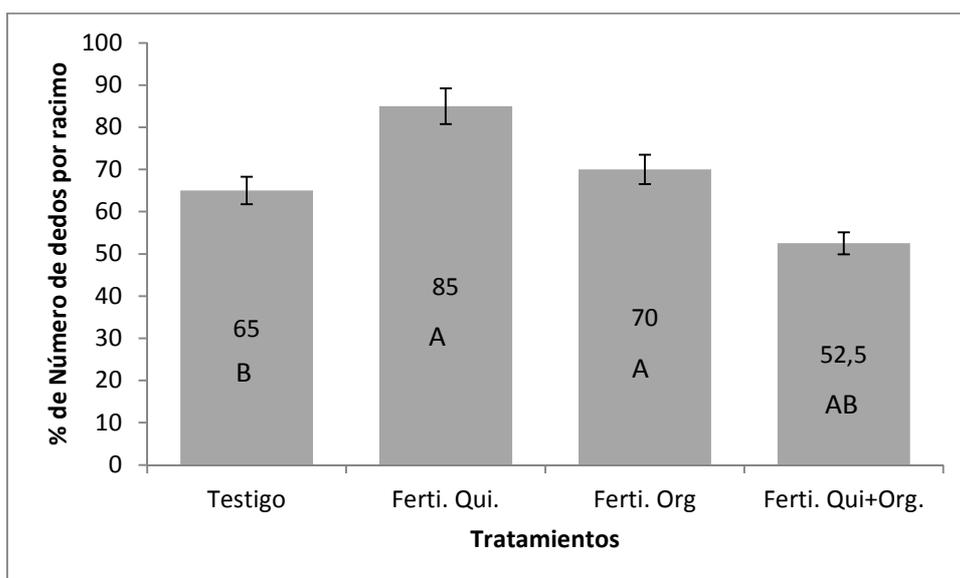


Figura 6. Prueba de tukey al 5% para la variable número de dedos por racimo en el cultivo de plátano, en la séptima evaluación.

En la séptima evaluación se observa diferencia estadística entre los tratamientos T2 (fertilización química) y T3 (fertilización orgánica) en comparación al T1 (testigo). Los tipos de fertilización propuestas son estadísticamente iguales entre el T2 y T3 siendo T2 (fertilización química) de mayor porcentaje de número de dedos por racimo 85% y la (fertilización orgánica) 70%, comparados al testigo y T4 (fertilización órgano-mineral) con 65% y 52,5% de número de dedos por racimo respectivamente.

Los tipos de fertilización realizadas en esta investigación influyeron en un aumento del número de dedos por racimo en el cultivo de plátano, aunque son estadísticamente iguales entre sí, presentan diferencia al testigo. Los tratamientos T2 (fertilización química), T3 (fertilización orgánica), presentaron mayor número de dedos por racimo, el T4 (fertilización órgano-mineral) presento un menor porcentaje de número de dedos en comparación a los demás tratamientos y testigo. T2 (fertilización química) presento un 82,19% seguido del T3 (fertilización orgánica) 80% y T4 (fertilización órgano-mineral) 62,81%, en comparación al T1 (testigo) 65,56%. Toapanta *et al*, (2015). menciona que para una mayor producción se debe realizar aplicaciones cada 30 días de nutrientes como N, K y S, en esta investigación se logró aumentar el número de dedos por racimo de 78% al inicio de la investigación a un 82,19% en el T2 (fertilización química) al final de la investigación aplicando 150 gr de la formula yaramila complex cada 90 días, del mismo modo que se lleve un control fitosanitario en la plantación, en el T1(testigo) al inicio del ensayo se tuvo 79,5% de número de dedos por racimo y al final este disminuyo a 65,56%, lo cual pudo ser producido por una deficiente fertilización, ataque de plagas y enfermedades tal como lo menciona Mite (2015).

#### **4.6.2. Número de dedos por caja producida**

En el cuadro 16 se muestra el resumen del análisis de varianza de la variable número de dedos por caja producida desde el 29 de mayo del 2018 hasta el 10 de julio del 2018, se observó que para esta variable si existe diferencia significativa desde la tercera evaluación hasta el final del experimento. En el cuadro 16 se muestra las comparaciones ortogonales las cuales mostraron diferencia estadística en la comparación del testigo versus el resto de tratamientos desde la tercera evaluación hasta el final, así mismo se observa diferencia significativa en la comparación de T2 versus T3 en las sexta y séptima evaluación.

Cuadro 16. Resumen del ADEVA. Número de dedos por caja producida en el cultivo de plátano, en los cinco meses de investigación.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Línea Base	Cuadrados Medios						
			1	2	3	4	5	6	7
Tratamientos	3	0,72ns	68,65ns	161,80 ns	337,07*	503,06**	679,76**	875,55**	10,93,15**
TE.VsFQ;FO;FQ+FO	1	0,26ns	166,85ns	418,82ns	890,02**	1331,14**	1825,59**	2371,77**	2967,82**
FQ;FO Vs TQ+FO	1	1,8ns	7,05ns	10,04ns	11,07ns	14,98ns	13,62ns	17,81ns	25,52ns
FQ Vs FO	1	0,09ns	32,04ns	56,55ns	110,11ns	163,05ns	200,08ns	237,07*	286,12*
ERROR	16	0,29	123,6	84,54	68,27	55,65	47,71	41,71	37,48
TOTAL	19								
CV (%)		0,66	14,97	12,79	11,59	10,55	9,83	9,22	8,76

En el cuadro 16 se observa que en las evaluaciones realizadas los tratamientos de fertilización influyen significativamente en el porcentaje del número de dedos por caja producida, debido a que el p-valor fue menor a 0,05 desde la tercera evaluación hasta el final del experimento, por lo tanto se rechaza la  $H_a$  y se acepta la  $H_o$  que al menos uno de los tratamientos tiene respuesta en la producción del cultivo de plátano.

Como existe diferencia estadística significativa se presenta la prueba de tukey al 5%.

En el cuadro 17 se observa el promedio del porcentaje de número de dedos por caja producida de cada tratamiento en las evaluaciones realizadas durante los cinco meses de duración de la investigación.

Cuadro 17. Porcentaje de dedos por caja producida.

Tratamientos	Evaluaciones								Promedio
	línea base	1	2	3	4	5	6	7	
Testigo	61,34	60,35	61,01	55,29	56,83	56,83	55,73	55,07	55,29
Ferti. Qui.	62,24	85,02	84,36	87,23	87	87,44	85,69	86,34	87,23
Ferti. Org	61,54	72,24	75,34	72,91	73,35	75,99	74,67	73,57	72,91
Ferti. Qui+Org.	62,63	82,82	82,37	81,27	82,82	81,94	83,26	84,59	81,27
	61,94								

En el cuadro 17 se observa los promedios de los porcentajes de cada tratamiento, el T2 (Fertilización química) con 87,23%, seguido del T4 (fertilización Órgano-mineral) con 81,27% y T3 (fertilización orgánica) 72,91%, comparados al testigo que presento el menor porcentaje con un 55,29%.

Este cuadro muestra que al inicio del ensayo se tenía un 61,94% de número de dedos por caja producida, al final del ensayo este porcentaje aumento a 87,23% en el T2 (Fertilización química), 81,27% en el T4 (fertilización órgano-mineral) y T3(fertilización Orgánica) 72,91%, mientras en el testigo disminuyo con un 55,29% hasta el final del ensayo, este se dio debido a un mayor peso y mayor tamaño de los dedos comerciales.

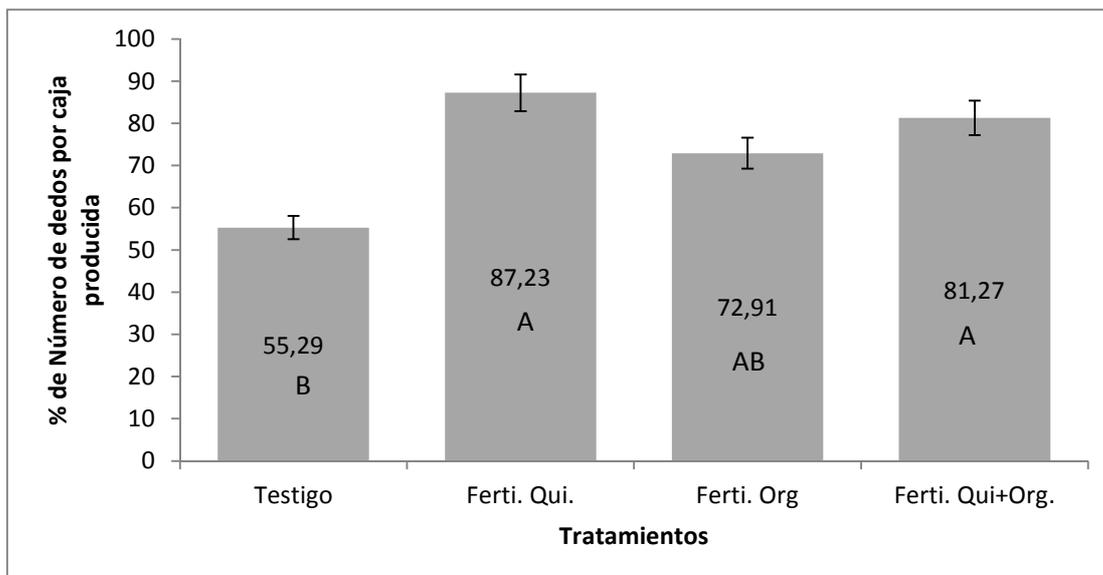


Figura 7. Prueba de tukey al 5% para la variable número de dedos por caja producida en el cultivo de plátano, en la tercera evaluación.

A partir de la tercera evaluación en la variable número de dedos por caja producida se observó diferencia significativa entre los tratamientos propuestos en la investigación en comparación con el testigo, los tratamientos experimentales son estadísticamente iguales entre si teniendo que el T2 (Fertilización química) tiene 87,23% de número de dedos, seguido del T4 (fertilización órgano-mineral) 81,27%, T3 (fertilización orgánica) 72,91% siendo estos mejores en comparación al Testigo 55,29%.

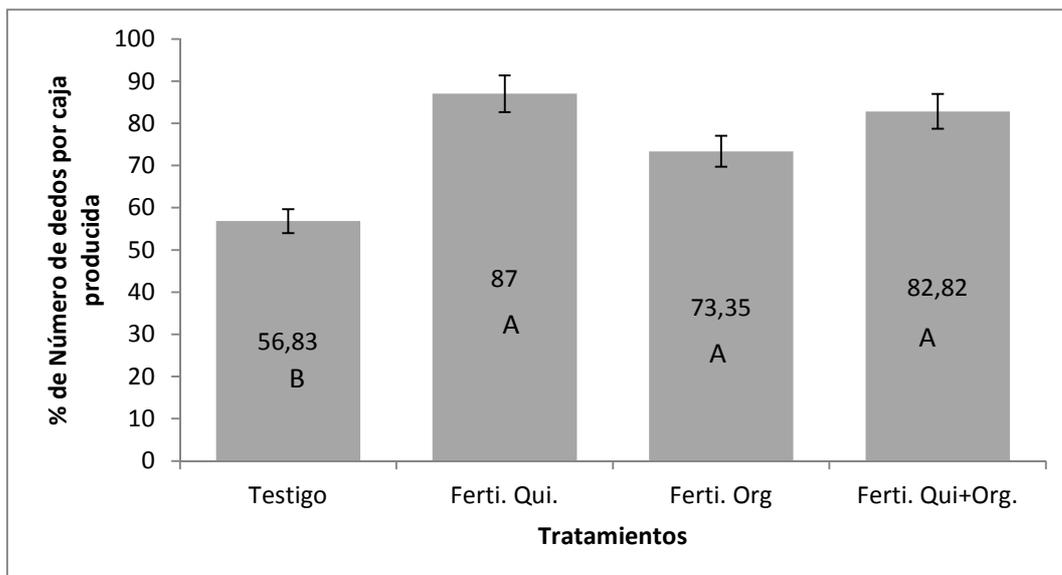


Figura 8. Prueba de tukey al 5% para la variable número de dedos por caja producida en el cultivo de plátano, en la cuarta evaluación.

En la cuarta evaluación de la variable número de dedos por caja producida se observa que existe diferencia significativa de los tratamientos T2 (fertilización química) y T3 (fertilización orgánica), T4 (fertilización órgano-mineral) con 87%, 82,82% y 73,35% respectivamente en comparación con el testigo con 56,83% que fue el de menor porcentaje.

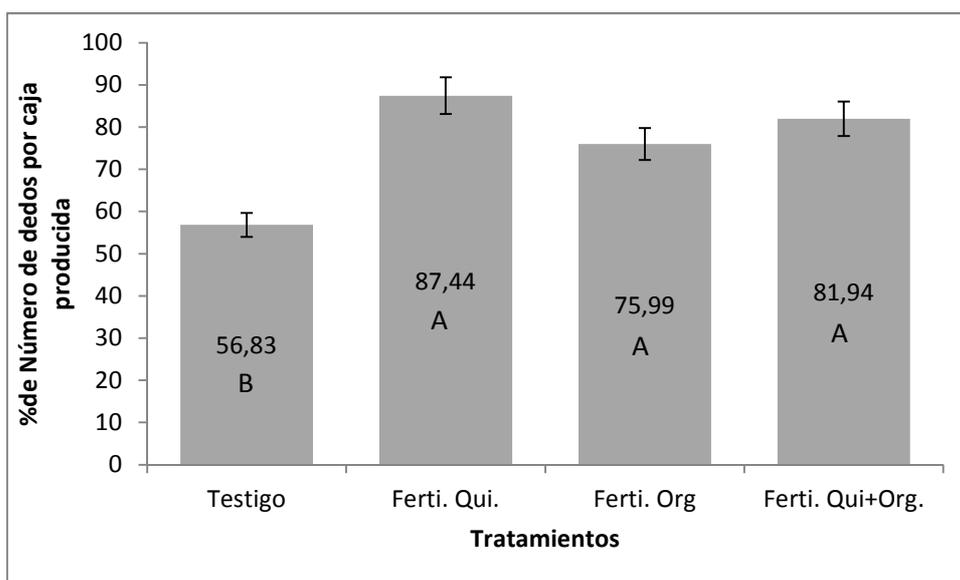


Figura 9. Prueba de tukey al 5% para la variable número de dedos por caja producida en el cultivo de plátano, en la quinta evaluación.

En la quinta evaluación se observa diferencia estadística entre los tratamientos propuestos T2 (fertilización química), T3 (fertilización orgánica) y T4 (fertilización química + orgánica) en comparación al testigo. Los tipos de fertilización propuestas son estadísticamente iguales entre sí, siendo el T2 (fertilización química) de mayor porcentaje de número de dedos por caja producida 87,44%, T4 (fertilización química + orgánica) 81,94% y T3 (fertilización orgánica) 75,99%, comparados al testigo con 56,83% de número de dedos por caja producida.

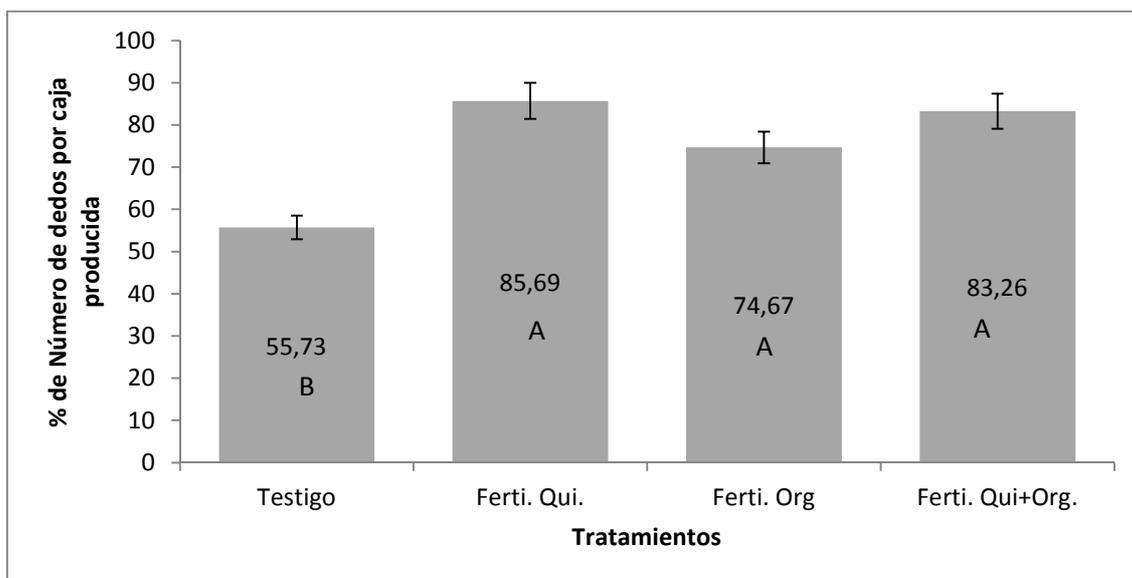


Figura 10. Prueba de tukey al 5% para la variable número de dedos por caja producida en el cultivo de plátano, en la sexta evaluación.

En la sexta evaluación se observa diferencia estadística entre los tratamientos propuestos en la investigación T2 (fertilización química) 85,69%, T3 (fertilización orgánica) 74,67% y T4 (fertilización química + orgánica) 83,26%, en comparación al testigo el cual presenta un 55,73% de número de dedos por caja producida.

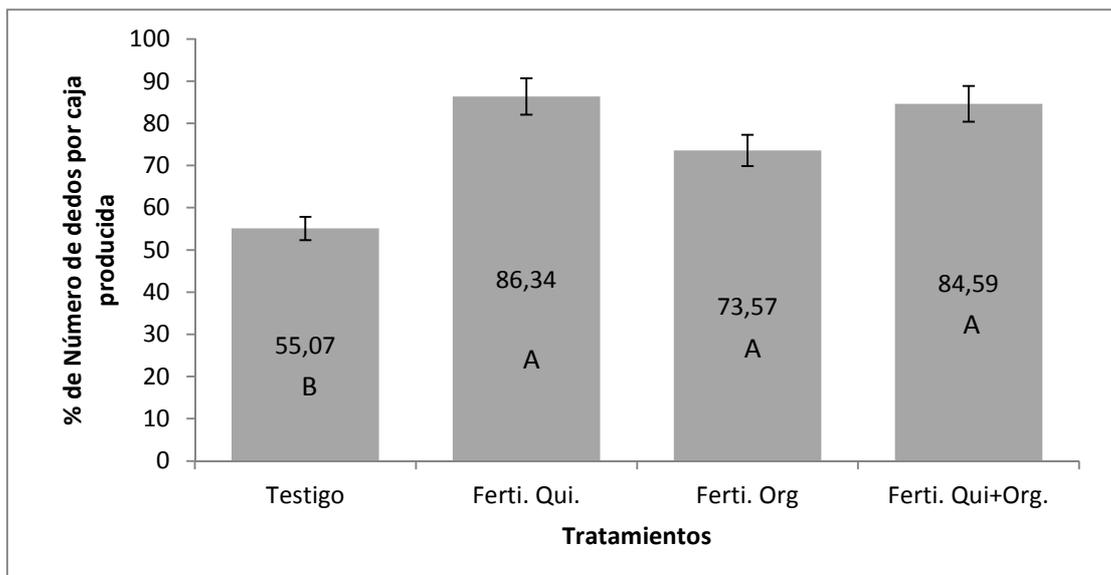


Figura 11. Prueba de tukey al 5% para la variable número de dedos por caja producida en el cultivo de plátano, en la séptima evaluación.

En la séptima evaluación se observa diferencia estadística entre los tratamientos propuestos en la investigación T2 (fertilización química) 86,34%, T3 (fertilización orgánica) 73,57% y T4 (fertilización química+orgánica) 84,59%, en comparación al testigo el cual presenta un 55,07% de número de dedos por caja producida siendo el de menor porcentaje al final de la investigación.

Los tipos de fertilización realizadas en esta investigación influyeron en una disminución del número de dedos por caja producida en el cultivo de plátano, aunque son estadísticamente iguales entre sí, presentan diferencia al testigo. Los tratamientos T2 (fertilización química), T3 (fertilización orgánica) y T4 (fertilización órgano-mineral) presentaron mayor número de dedos por racimo, en comparación al testigo. T2 (fertilización química) presentó un 86,34% seguido del T4 (fertilización química+orgánica) 84,59%, y T3 (fertilización orgánica) 73,57%, en comparación al T1 (testigo) 55,07%. Mendoza, (2015). menciona que sin el uso de fertilizantes los rendimientos serán cada vez más bajos, y con un paulatino empobrecimiento de los suelos debido a la extracción de nutrientes en las cosechas, en esta investigación se

logró disminuir el número de dedos por caja producida de 61,94% al inicio de la investigación a un 83,17% en el T2 (fertilización química) al final de la investigación aplicando 150 gr de la formula yaramila complex cada 90 días, por lo cual se realizan dos aplicaciones en la época de lluvia, del mismo modo que se lleve un control fitosanitario en la plantación, en el testigo al inicio del ensayo se tuvo 61,34% de número de dedos por caja producida y al final este disminuyo a 57,81%.

#### 4.7. Grado exportable

Cuadro 18. Grado exportable del cultivo de plátano por cada tratamiento aplicado medido por semanas a la cosecha.

Tratamientos	Evaluaciones							
	línea base	1	2	3	4	5	6	7
Testigo	9	9	9	9	9	9	9	9
Ferti. Qui.	9	9	9	9	9	9	9	9
Ferti. Org	9	9	9	9	9	9	9	9
Ferti. Qui+Org.	9	9	9	9	9	9	9	9

En el cuadro 18 se muestra el grado exportable de una racimo de plátano, está variable no muestra cambios debido a que en la plantación que se estableció la investigación se realizaban cosechas semanales por lo tanto el grado exportable tanto en los tratamientos como en el testigo no variaron en el número de semanas desde el enfunde hasta la cosecha, en la plantación el tiempo de semanas a la cosecha normalmente son nueve semanas desde que se enfunda el racimo cuando está en bellota, hasta la semana nueve cuando debe estar en el grado óptimo para poder procesarlo y

que pueda ser exportado, los datos tomados a la cosecha mostraron que no se redujo las semanas a la cosecha, pero se ganó en peso y calidad de racimo en el T2, con lo cual se obtuvo mejor rendimiento en cajas por racimo.

#### 4.8. Porcentaje de Número de racimos por caja

En el cuadro 19 se muestra el resumen del análisis de varianza de la variable número de racimos por caja producida desde el 29 de mayo del 2018 hasta el 10 de julio del 2018, se observó que para esta variable si existe diferencia significativa desde la tercera evaluación hasta el final del experimento. En el cuadro 19 se muestra las comparaciones ortogonales las cuales mostraron diferencia estadística en la comparación del testigo versus el resto de tratamientos desde la tercera evaluación hasta el final de la investigación.

Cuadro 19. Resumen del ADEVA. Porcentaje Número de racimos por caja producida en el cultivo de plátano.

Fuente de Variación	Grados de Libertad		Cuadrados Medios						
	Libertad	Base	1	2	3	4	5	6	7
Tratamientos	3	0,01ns	0,29ns	0,51ns	1,15*	1,45*	2,23**	3,10**	3,56**
TE.vsFQ;FO;FQ+FO	1	0,48ns	0,50ns	1,33*	3,27**	4,06**	6,13**	8,80**	9,83**
FQ;FO Vs TQ+FO	1	0,03ns	0,13ns	0,01ns	0,01ns	0,15ns	0,18ns	0,10ns	0,26ns
FQ Vs FO	1	0,02ns	0,26ns	0,21ns	0,16ns	0,13ns	0,39ns	0,39ns	0,59ns
ERROR	16	0,04	0,16	0,22	0,23	0,19	0,19	0,2	0,18
TOTAL	19								
CV (%)		1,97	14,94	18,48	19,2	17,6	17,28	18,06	17,22

En el cuadro 19 se observa que en las evaluaciones realizadas los tratamientos de fertilización influyen significativamente en el porcentaje del número de racimos por caja producida, debido a que el p-valor fue menor a 0,05 desde la tercera evaluación hasta el final del experimento, por lo tanto se rechaza la  $H_a$  y se acepta la  $H_o$  que al menos uno de los tratamientos tiene respuesta en la producción del cultivo de plátano.

Como existe diferencia estadística significativa se presenta la prueba de tukey al 5%.

En el cuadro 20 se observa el promedio del porcentaje de número de racimos por caja producida de cada tratamiento en las evaluaciones realizadas durante los cinco meses de duración de la investigación.

Cuadro 20. Porcentaje de número de racimos por caja producida.

Tratamientos	Evaluaciones								
	línea base	1	2	3	4	5	6	7	Promedio
Testigo	46,01	50,68	49,34	39,79	46,44	37,5	40,11	42,98	44,11
Ferti. Qui.	52,16	78,95	88,76	86,21	78,13	92,02	89,82	88,24	81,79
Ferti. Org	51,72	52,08	83,8	85,23	76,92	57,03	80,65	61,73	68,65
Ferti. Qui+Org.	58,14	72,12	69,12	68,18	54,74	63,83	93,75	53,38	66,66
	52,01								

En el cuadro 20 se observa los promedios de los porcentajes de cada tratamiento, el T2 (Fertilización química) con 81,79%, seguido del T3 (fertilización orgánica) 68,65%, T4 (fertilización Órgano-mineral) con 66,66% y comparados al testigo que presento el menor porcentaje con un 44,11%.

Este cuadro muestra que al inicio del ensayo se tenía un 52,01% de número de racimos por caja producida, al final del ensayo este porcentaje aumento a 81,79% en el T2 (Fertilización química), 66,66% en el T4 (fertilización órgano-mineral) y T3(fertilización Orgánica) 68,65%, mientras en el testigo disminuyo con un 44,11% hasta el final del ensayo.

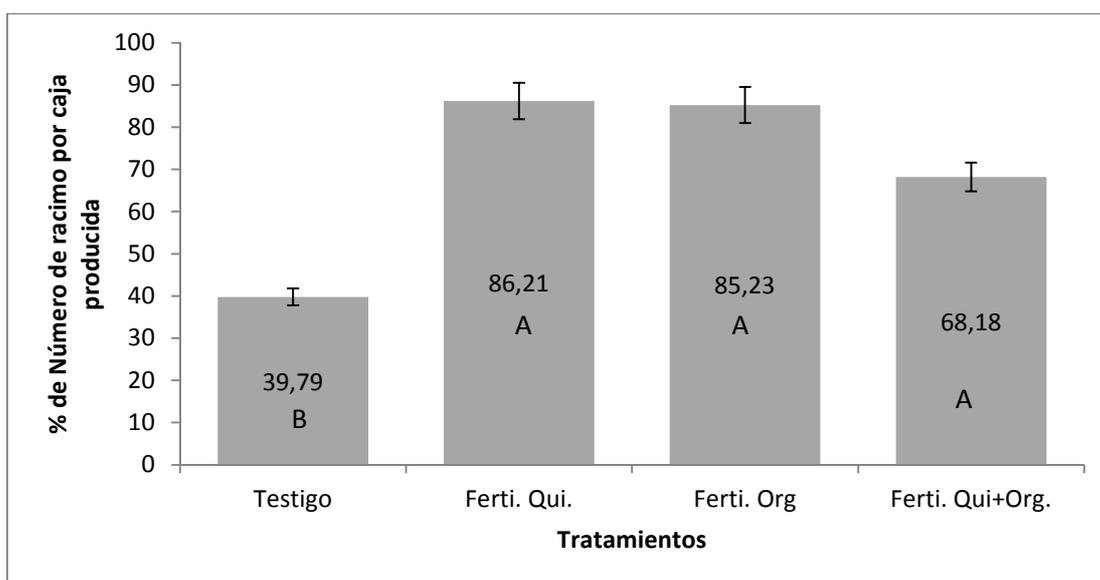


Figura 12. Prueba de tukey al 5% para la variable porcentaje número de racimos por caja producida en el cultivo de plátano, en la tercera evaluación.

A partir de la tercera evaluación en la variable porcentaje número de racimos por caja producida se observó diferencia significativa entre los tratamientos propuestos en la investigación en comparación con el testigo, los tratamientos experimentales son estadísticamente iguales entre si teniendo que el T2 (Fertilización química) tiene 86,21% de racimo, seguido del T3 (fertilización orgánica) 85,23%, T4 (fertilización órgano-mineral) 68,18%, siendo estos mejores en comparación al testigo 39,79%, estos porcentajes representan a la cantidad de dedos por racimo que se utilizó para una caja.

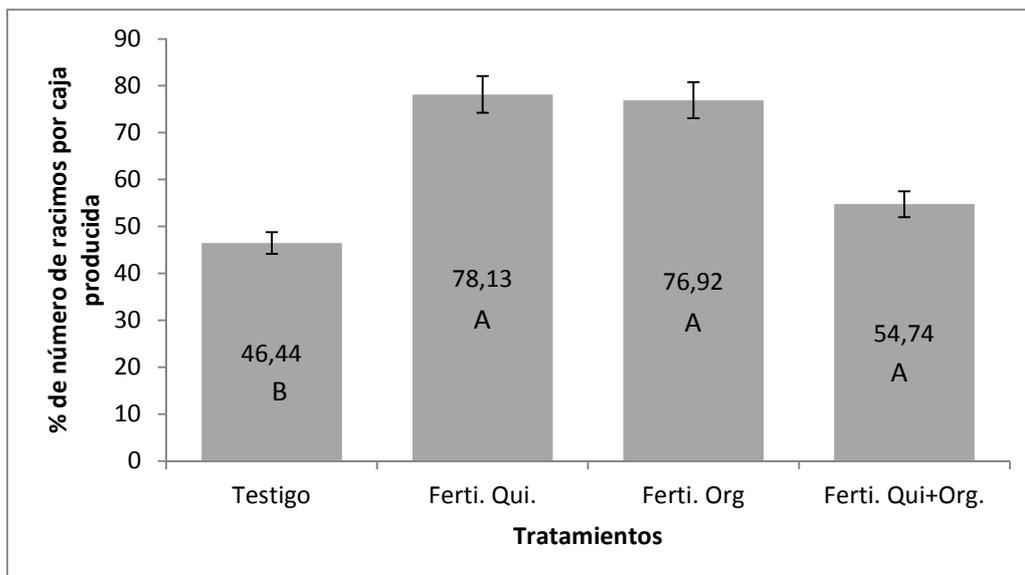


Figura 13. Prueba de tukey al 5% para la variable porcentaje número de racimos por caja producida en el cultivo de plátano, en la cuarta evaluación.

En la cuarta evaluación de la variable porcentaje número de racimos por caja producida se observa que existe diferencia significativa de los tratamientos T2 (fertilización química), T3 (fertilización orgánica), T4 (fertilización órgano-mineral) con 78,13%, 76,92% y 54,74% respectivamente en comparación con el testigo con 46,44% que fue el de menor porcentaje.

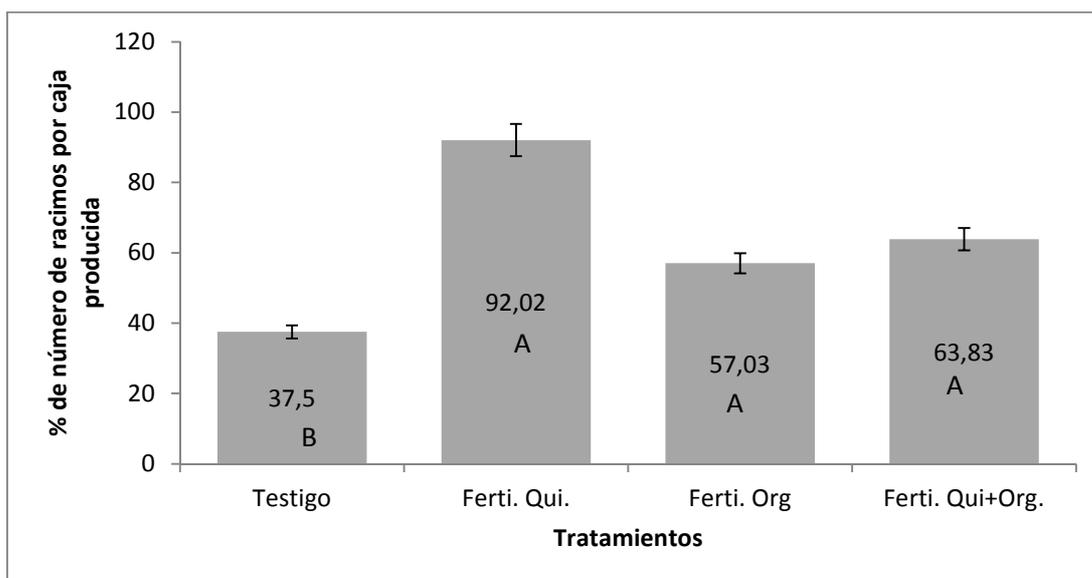


Figura 14. Prueba de tukey al 5% para la variable número de racimos por caja producida en el cultivo de plátano, en la quinta evaluación.

En la quinta evaluación se observa diferencia estadística entre los tratamientos propuestos T2 (fertilización química), T3 (fertilización orgánica) y T4 (fertilización química + orgánica) en comparación al testigo. Los tipos de fertilización propuestas son estadísticamente iguales entre sí, siendo el T2 (fertilización química) de mayor porcentaje de número de racimos por caja producida 92,02%, T4 (fertilización química + orgánica) 63,83% y T3 (fertilización orgánica) 57,03%, comparados al testigo con 37,05% de número de racimos por caja producida.

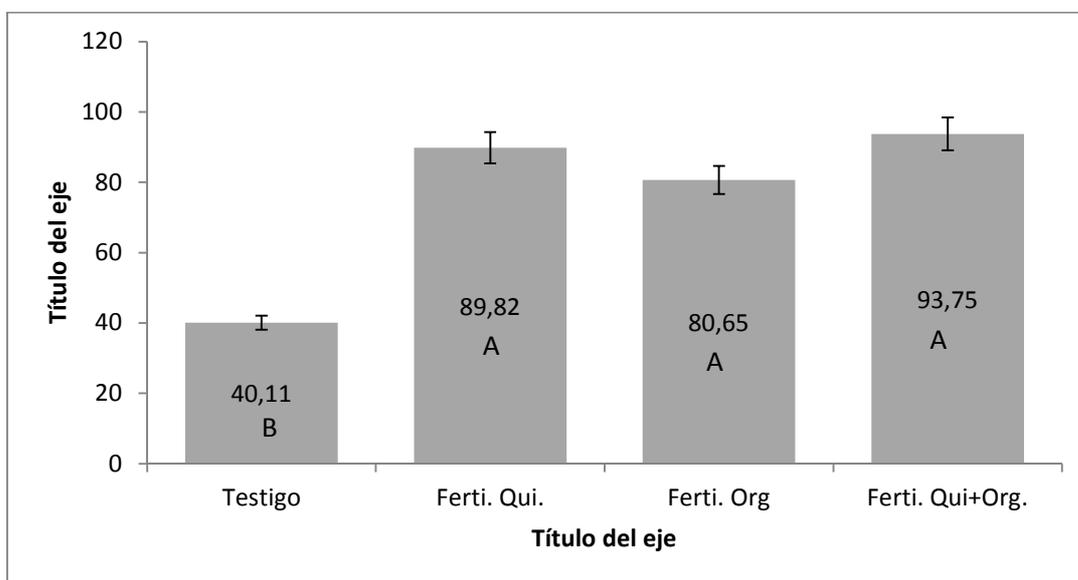


Figura 15. Prueba de tukey al 5% para la variable porcentaje número de racimos por caja producida en el cultivo de plátano, en la sexta evaluación.

En la sexta evaluación se observa diferencia estadística entre los tratamientos propuestos en la investigación T2 (fertilización química) 89,82%, T3 (fertilización orgánica) 80,65% y T4 (fertilización química + orgánica) 93,75%, en comparación al testigo el cual presenta un 40,11% de número de racimos por caja producida.

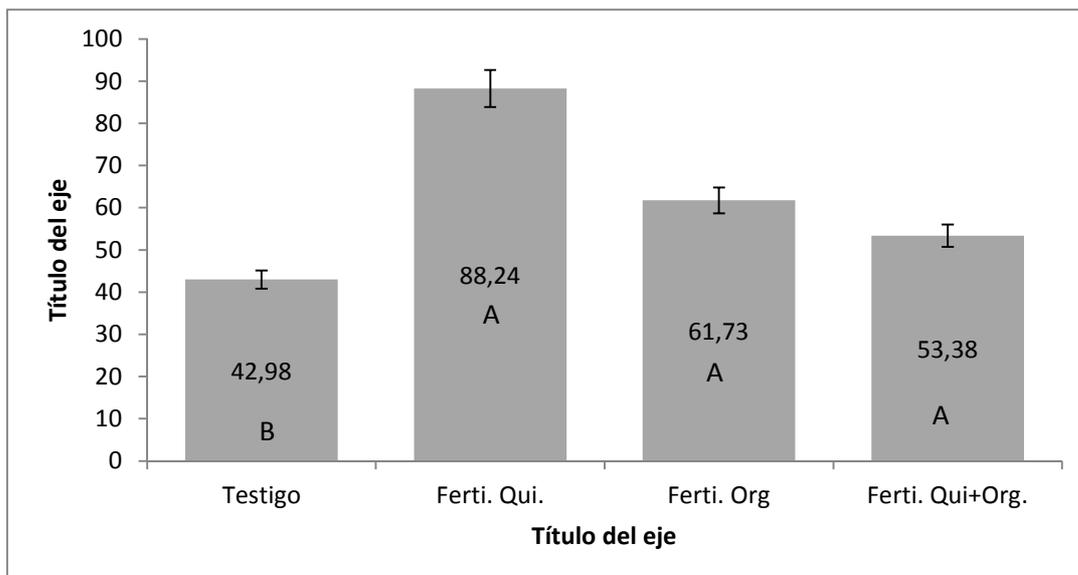


Figura 16. Prueba de tukey al 5% para la variable porcentaje número de racimos por caja producida en el cultivo de plátano, en la séptima evaluación.

En la séptima evaluación se observa diferencia estadística entre los tratamientos propuestos en la investigación T2 (fertilización química) 88,24%, T3 (fertilización orgánica) 61,73% y T4 (fertilización química + orgánica) 53,38%, en comparación al testigo el cual presenta un 42,98% de número de racimos por caja producida siendo el de menor porcentaje al final de la investigación.

Los tipos de fertilización realizadas en esta investigación influyeron en una disminución del número de racimos por caja producida en el cultivo de plátano, aunque son estadísticamente iguales entre sí, presentan diferencia al testigo. Los tratamientos T2 (fertilización química), T3 (fertilización orgánica) y T4 (fertilización química + orgánica) presentaron menor número de racimos por caja producida, en comparación al testigo. T2 (fertilización química) presentó un 81,79% seguido del T3 (fertilización orgánica) 68,65% y T4 (fertilización química + orgánica) 66,66%, en comparación al testigo 44,11%. Furcal & Barquero, (2014) mencionan que con una adecuada nutrición el cultivo tendrá mayor biomasa y por lo tanto su producción aumentará, en esta

investigación se logró disminuir el número de racimos por caja producida de 52,01% al inicio de la investigación a un 81,79% en el T2 (fertilización química) al final de la investigación aplicando 150 gr de la formula yaramila complex cada 90 días, en el testigo al inicio del ensayo se tuvo 46,01% de número de racimos por caja producida y al final este disminuyo a 44,11%, lo cual pudo ser producido por una deficiente fertilización, tal como lo menciona Mite (2015).

La fertilización en el cultivo de plátano es la base para una óptima producción, según Chavez, (2012), se debe realizar la fertilización en época lluviosa y de este modo es posible contar con plantas de buen aspecto, con frutos de calidad y agradable sabor, la producción que se obtuvo en esta investigación con el T2 (fertilización química) dio los mejores resultados, tal como lo mencionan Figueroa & Lupi, (2016), demostrado la importancia de la correcta nutrición durante el desarrollo de la planta, haciendo particular énfasis en el K, cuyos síntomas de deficiencias son más evidentes antes de la floración y demostraron que con el aporte de N y K en plantaciones densas con suelos irrigados y naturalmente bien provistos de Mg, Ca y P; los rendimientos alcanzan las 100 tn/ha/año, estos resultados pueden obtenerse por el alto porcentaje de materia orgánica presente en el suelo como menciona Moreno, Candanoza, & Olarte, (2009) el efecto de la materia orgánica es latente y residual, su facultad de entregar progresivamente los nutrientes requeridos por la planta, lo cual ayuda a una mejor disposición de los fertilizantes para el cultivo, en esta investigación se obtuvieron mejores resultados con el tratamiento de fertilización química ya que los nutrientes que lo componen tienen una disponibilidad más rápida, que en los tratamientos con materia orgánica lo cual hace que el T4 sea el de segundo mejor resultado en esta investigación, como lo menciona Barrera, *et. Al.* (2011) las plantas presentaron mayor respuesta al tratamiento químico, lo cual se debe posiblemente a la mayor solubilidad y

disponibilidad de nutrientes que puede aportar esta fuente comparada con las fuentes orgánicas.

#### 4.9. Análisis costo/beneficio

En el cuadro 21 se presenta el análisis costo-beneficio para cada tratamiento.

Cuadro 21. Análisis costo-beneficio, analizando los costos de producción versus la producción en una hectárea del cultivo de plátano.

	Tratamientos			
	T1 (Testigo)	T2	T3	T4
Dosis de fertilizante	0 Kg/ha	(300 g/planta yaramila complex)	(500g/planta biocompost)	(300g yaramila complex + 500g/planta biocompost)
Costos de RRHH (\$)	60	60	60	60
Costos de recursos físicos (\$)	42	42	42	42
Costo de imprevistos (\$)	12	12	12	12
Costo de fertilizantes (\$)	0	6,84	3,6	10,44
Total de costos por tratamiento (\$)	114	120,84	117,6	124,44
Total de cosecha en cajas	17,3	34,2	27,4	26,5
Venta (\$)	129,75	256,5	205,5	198,75
Beneficio (\$)	15,75	135,66	87,9	74,31

De acuerdo con el cuadro 21, todos los tratamientos dieron beneficios positivos. Sin embargo el T2 dio mayor utilidad (\$135,66), por cada tratamiento que constaba de 30

plantas de plátano. Matemáticamente se representa la utilidad de acuerdo con la siguiente función: utilidad es igual a ingreso total menos costo total; es decir Utilidad =  $256,5 - 120,84 = 135,66$ .

A continuación se presentan los datos para la proyección a una ha de plátano con el mejor tratamiento (T2). Tomando los valores obtenidos de producción de cajas.

Costo total= 120,84 USD

Ingreso total= 256,5 USD

Para la proyección se considera el precio de la caja de plátano en el momento que se realizó la investigación que era de \$7,3/caja.

El cuadro 22 se presenta el análisis costo – beneficio para el mejor tratamiento (T2) con proyección a una hectárea de cultivo de plátano barraganete.

Cuadro 22. Proyección para producir una hectárea de cultivo de plátano barraganete utilizando 300g/planta de yaramila complex.

Proyección a 1 Ha	T2
Costos de mantenimiento por Ha en mano de obra	\$ 775,00
Costos de insumos	\$ 400,00
Costo de imprevistos	\$ 35,00
Costo de Yaramila complex	\$ 250,80
Total de costos por tratamiento	\$ 1.460,80
Total de cosecha	647 cajas
Venta	\$ 4.723,10
Beneficio	\$ 3.262,30

Se observa en el cuadro 22 que con la aplicación de 300 g/planta de yaramila complex, obtenemos una rentabilidad de \$3 391,7/anales, lo cual nos lleva a generar mayor rentabilidad a un menor costo de producción.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

Los tipos de fertilización utilizados en el cultivo de plátano permiten evaluar el insumo adecuado para obtener mejores resultados en cajas por hectárea.

El número de hojas en los diferentes tratamientos no presenta diferencia al momento de comparar los tratamientos, los tratamientos son iguales y no tiene efecto sobre este parámetro.

El número de hijos no se vio influenciado por los tratamientos utilizados en la investigación, según el control del número de hijos de la plantación es de dos por planta durante su etapa productiva.

El número de manos por racimos tampoco se ve influenciado por los tratamientos, aplicados, estos no influyeron en el número de manos por racimo.

El T2 tuvo el mejor resultado respecto al número de dedos por racimo cosechado, el 83,17% de los dedos fueron utilizados para empacar una caja, seguido del T4 (fertilización química + orgánica) con 80,21% de dedos por caja, comparado al testigo con el 57,81% por caja.

Los tratamientos T2 (fertilización química) y T3 (fertilización orgánica) obtuvieron el mejor porcentaje de número de racimos por caja producida con 1,8 y 2,28 respectivamente en comparación al testigo que utilizo hasta 3,4 racimos para producir una caja de 22kg.

El grado exportable de la fruta se vio influenciado por los tratamientos aplicados, se lleva un plan de cosecha semanal y en las evaluaciones realizadas no se observó racimos de diferente grado exportable por tratamiento.

La relación costo-beneficio muestra que T2 (fertilización química) incrementa la eficiencia en el cultivo; con mayor utilidad por hectárea \$ 3391,70.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda aplicar Yaramila complex (300g/planta) en época invernal para mejorar los rendimientos en el cultivo.
- Las labores de fertilización deben ir acompañadas con labores fitosanitarias en el cultivo para reducir la incidencia de plagas y enfermedades que afectan la producción.
- Realizar un mínimo de dos aplicaciones de fertilizantes en la época lluviosa, fraccionando la dosis recomendada y con un intervalo de 90 días.
- En suelos con baja disponibilidad de materia orgánica utilizar la mezcla T4 (fertilización química + orgánica).

## VI. BIBLIOGRAFIA

- Chavez, G. (marzo de 2012). *abc*. Recuperado el 2017, de <http://www.abc.com.py/articulos/fertilizacion-del-banano-374330.html>
- Corpoica. (2014). *DANE*. Recuperado el 2017, de [www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Publicaciones/](http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Publicaciones/)
- Espinoza, J., & Belalcazar, S. (1998). *ipni*. Recuperado el 2017, de <http://www.ipni.net/publication/bci.nsfLE/Better%20Crops%20International%202000-1%20>
- FAO. (2002). *FAO*. Recuperado el 2017, de <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>
- Figuerola, M., & Lupi, A. (2016). *fertilizando*. Recuperado el 2017, de <http://www.fertilizando.com/articulos/Caracteristicas%20y%20Fertilizacion%20Cultivo%20Banano.asp>
- Gutierrez, J. (2005). *slideshare*. Recuperado el 2017, de <https://es.slideshare.net/herrera01708/agricultura-sitio-especificobanano>
- INIAP. (2014). *INIAP*. Recuperado el 2017, de <http://www.iniap.gob.ec/web/banano-platano-y-otras-musaceas/>
- Mendoza, L. (Mayo de 2015). *repositorio-ug*. Recuperado el octubre de 2017, de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8633/1/Mendoza%20Zambrano%20Luis%20Eduardo.pdf>
- Mite, F. (2015). *Researchgate*. Recuperado el 2107, de [https://www.researchgate.net/publication/266174116\\_EFECTO\\_DE\\_LA\\_FERTILIZACION\\_Y\\_ALTAS\\_DENSIDADES\\_DE\\_PLANTAS\\_SOBRE\\_EL\\_RENDIMIENTO\\_DEL\\_CULTIVO\\_DE\\_PLATANO\\_EN\\_LA\\_ZONA\\_DE\\_QUEVEDO](https://www.researchgate.net/publication/266174116_EFECTO_DE_LA_FERTILIZACION_Y_ALTAS_DENSIDADES_DE_PLANTAS_SOBRE_EL_RENDIMIENTO_DEL_CULTIVO_DE_PLATANO_EN_LA_ZONA_DE_QUEVEDO)
- Morales, H. (10 de septiembre de 2010). *platano del quindio*. Recuperado el 2017, de <http://www.platanodelquindio.com/2010/09/fertilizacion-quimica.html>
- Moreno, J., Candanoza, J., & Olarte, F. (2009). *CEP-UNEP*. Recuperado el 2017, de <http://cep.unep.org/repicar/proyectos-demostrativos/colombia-1/publicaciones-colombia/cartilla-platano-definitiva.pdf>
- Ramos, D., Terry, E., & Soto, F. (2016). *redalyc*. Recuperado el 2017, de <http://www.redalyc.org/html/1932/193246554020/>
- SMART. (2016). *SMART*. Recuperado el 2017, de <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/timing-fertilizer-application>
- Torres, S. (2012). *swing contac*. Recuperado el 2017, de [http://www.swisscontact.org/fileadmin/user\\_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/manual\\_banano.pdf](http://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/manual_banano.pdf)

Ulloa, S. (2012). Recuperado el 2017, de GIAT-ESPE: <http://giat.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2012/12/Outline-del-libro.pdf>

Vazquez, V., & Perez, H. (abril de 2004). *inifap*. Recuperado el 2017, de [http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/1269/Platan o\\_musassp\\_1269.pdf?sequence=1](http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/1269/Platan_o_musassp_1269.pdf?sequence=1)