



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
INGENIERO AGRÓNOMO**

TEMA:

**“VALIDACIÓN DE SOLUCIONES NUTRITIVAS
ALTERNATIVAS EN EL CULTIVO DEL PLÁTANO
(*Musa paradisiaca* L.)”**

MODELO: INVESTIGACIÓN AGRONÓMICA

AUTOR:

JESÚS ALBERTO GÓMEZ ALVARADO

**DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN: Dr.
Ing. Agr. FULTON LÓPEZ BERMÚDEZ, MSc.**

GUAYAQUIL - ECUADOR

2017



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

El presente Trabajo de Titulación “**VALIDACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIONES NUTRITIVAS EN EL CULTIVO DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca* L.)**”, realizado por el estudiante **JESÚS ALBERTO GÓMEZ ALVARADO**, bajo la dirección del **Dr. Ing. Agr. FULTON LÓPEZ BERMÚDEZ, MSc.**, ha sido aprobado y aceptado por el tribunal de sustentación, como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Tribunal de Sustentación:

Q.f. Martha Mora Gutiérrez, MSc.

PRESIDENTA

Ing. Agr. Carlos Ramírez Aguirre, MSc.

EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Agr. Eison Valdiviezo Freire, MSc.

EXAMINADOR PRINCIPAL

DEDICATORIA

A mis queridos hijos Sebastián y Huguito, a mi amada esposa Lalita, quienes son la razón de mi vida, por su paciencia, por sus frases de estímulo, cariño y por no dejarme claudicar ante ningún reto que me ha puesto la vida.

A Luisita y Hugo mis amados padres, por haberme ayudado incondicionalmente durante toda mi vida y forjar el hombre que soy hoy.

JESÚS ALBERTO

AGRADECIMIENTOS

A Dios todo poderoso, divino creador, por su infinita bondad, por haberme guiado en la vida, por permitirme realizar mi sueño de ser ingeniero agrónomo.

A mi Director del Trabajo de Titulación Dr. Ing. Agr. Fulton López Bermúdez MSc., por el apoyo en mi proyecto y todas sus enseñanzas.

Al Ing. Agr. Eison Valdiviezo Freire MSc. por su revisión estadística.

A la QF. Martha Mora Gutiérrez MSc. y el Ing. Agr. Carlos Ramírez Aguirre MSc. por su revisión.

JESÚS ALBERTO

CERTIFICADO DE GRAMATÓLOGO

Yo, **Dr. Ing. Agr. FULTON LÓPEZ BERMÚDEZ, MSc.** con domicilio ubicado en la ciudad de Milagros, por el presente **CERTIFICO**: que he revisado la tesis de grado elaborada por el Sr. **JESÚS ALBERTO GÓMEZ ALVARADO** con C.I. 0917530263 previo a la obtención del título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, cuyo tema es: **“VALIDACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIONES NUTRITIVAS EN EL CULTIVO DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca* L.)”**

La tesis de grado arriba señalada ha sido escrita de acuerdo a las normas gramaticales y de sintaxis vigentes de la Lengua Española. Incluirse con normas ISO-690 del Instituto Internacional de Cooperación Agrícola (IICA) en lo referente a la redacción académica.



Dr. Ing. Agr. FULTON LÓPEZ BERMÚDEZ, MSc.

CI: 0906941521

Teléfono: 0427103496 celular: 0981969069

No Registro SENESCYT: 1006-13-86034246

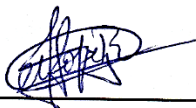
Fecha de registro: 28-03-2013

CERTIFICADO DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

En mi calidad de Director del Trabajo de Titulación para optar por el título de Ingeniero Agrónomo de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Guayaquil.

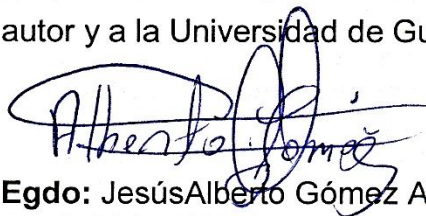
Certifico que: he dirigido y revisado el trabajo de Titulación presentado por **JESÚS ALBERTO GÓMEZ ALVARADO**, con C.I. 0917530263 previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo cuyo tema es: **VALIDACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIONES NUTRITIVAS EN EL CULTIVO DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca* L.)**.

Revisado y corregido que fue el Trabajo de Titulación, se aprobó en su totalidad, lo certifico:



Dr. Ing. Agr. **FULTON LÓPEZ BERMÚDEZ, MSc.**
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad por las investigaciones, resultados y conclusiones del presente trabajo pertenecen exclusivamente a su autor y a la Universidad de Guayaquil.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Alberto Gómez', with a large, stylized flourish above it.

Egdo: Jesús Alberto Gómez Alvarado

CI: 0917530263

Celular: 0994378780

E-mail: sebastiangomez200029@gmail.com



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia,
Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TESIS		
TÍTULO Y SUBTÍTULO: "Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.)"		
AUTOR: Jesús Alberto Gómez Alvarado	DIRECTOR: Dr. Ing. Agr. Fulton López Bermúdez, MSc.	
INSTITUCIÓN: Universidad de Guayaquil	FACULTAD: Ciencias Agrarias	
CARRERA: Ingeniería Agronómica		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	N. DE PAGS: 63	
ÁREAS TEMÁTICAS:		
PALABRAS CLAVE: fertilización, soluciones nutritivas, manejo en el cultivo, rendimiento, producción		
RESUMEN: El presente trabajo de investigación se desarrolló en la estación seca, desde el mes de junio a diciembre del 2016, en la granja experimental "Vainillo" de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Guayaquil, ubicada en el km 48 de la vía Duran - Tambo, cantón El Triunfo, provincia del Guayas. Con el objetivo de, Estudiar la respuesta agronómica de las soluciones nutritivas del cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.), a la aplicación de fertilizantes mediante inyección al tallo. Para ello se trazaron los siguientes objetivos específicos: 1) Evaluar agronómicamente el efecto de la aplicación de soluciones nutritivas mediante la inyección en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.) y 2) Realizar un análisis económico de las aplicaciones de fertilización mediante inyección en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.). Se estudiaron dos alternativas de productos nutricionales, más un tratamiento como testigo absoluto: alternativa a) Jisamar+ Fulvin+ Jisafol (25 ml de cada uno) y New Robust con 0,5 g; alternativa b) Foska+ Aminocrop+, Humitek combo 320 (25 ml de cada uno) y Kynetin con 0,5 g. Estas mezclas de nutrientes fueron inyectadas en el pseudotallos del plátano. Para esta investigación se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), constituido por tres tratamientos y diez repeticiones, para un total de 30 unidades experimentales. El análisis estadístico se efectuó con el método análisis de varianza. Mediante la prueba de Duncan al 5% de probabilidades, se procedió a la comparación de las medias de los tratamientos que presentaron diferencias significativas en el análisis de varianza. Se concluye que: 1) Se concluye que: 1) Las variables altura de la planta y perímetro del pseudotallo, en el final del ensayo, muestran al tratamiento 1 (Jisamar+ Fulvin+ Jisafol+ New Robust) y al tratamiento 2 (Foska+ Aminocrop+ Humitek combo 320 + Kynetin) con los mejores resultados, 2) El tratamiento 2 (Foska+ Aminocrop+ Humitek combo 320+ Kynetin) con 9312 y el tratamiento 1 (Jisamar+ Fulvin+ Jisafol+ New Robust) con 9208 kg/ha fueron los rendimientos más elevados, 3) El tratamiento dos (Foska+ Aminocrop+ Humitek combo 320+ Kynetin), fue el más rentable con una tasa de retorno marginal de 2805 %.		
N. DE REGISTRO:	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL:		
ADJUNTO URL:		
ADJUNTO PDF:	☒ SI	☐ NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0994378780	E-mail: sebastiangomez200029@gmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN: Ciudadela Universitaria "Dr. Salvador Allende"	Nombre: Dr. Ing. Agr. Fulton López Bermúdez, MSc. Teléfono: 2288040 E-mail: www.ug.edu.ec/facultades/cienciasagrarias.aspx	

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Portada	i
Tribunal de sustentación	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Certificado de Gramatólogo	v
Certificado del Director del Trabajo de Titulación	vi
Responsabilidad	vii
Repositorio Nacional en Ciencia y Tecnología	viii
Índice general	ix
Índice de cuadros del texto	xii
Índice de figuras del texto	xiii
Índice de cuadros de los anexos	xv
Índice de figuras de los anexos	xviii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema	3
1.1.1. Planteamiento del problema	3
1.1.2. Formulación del problema	3
1.2. Justificación	3
1.3. Factibilidad	4
1.4. Objetivos de la investigación	4
1.4.1. Objetivo General	4
1.4.2. Objetivos Específicos	4
II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Revisión de literatura	5
2.1.1. Importancia	5
2.1.2. Taxonomía del plátano	5
2.1.3. Morfología	5
2.1.3.1. Sistema radicular	5
2.1.3.2. Cormo o rizoma	6
2.1.3.3. Tallo (pseudotallo)	6
2.1.3.4. Hojas	7

	Pág.
2.1.3.5. Floración	8
2.1.3.6. Fruto	8
2.1.4. Nutrición	8
2.1.4.1. Nitrógeno	8
2.1.4.2. Nitrógeno orgánico	9
2.1.5. Fertilización	9
2.1.5.1. Jisamar	10
2.1.5.2. Fulvin 40 - 22	11
2.1.5.3. Jisafol	12
2.1.5.4. New robust	13
2.1.5.5. Foska	14
2.1.5.6. Humitek combo 320	14
2.1.5.7. Aminocrop	15
2.1.5.8. Kynetin	15
2.2. Hipótesis	16
2.2.1. Hipótesis nula	16
2.2.2. Hipótesis alternativa	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1. Características del área	17
3.1.1. Localización del ensayo	17
3.1.2. Ubicación geográfica	17
3.1.3. Condiciones climáticas	17
3.1.4. Clasificación ecológica y características del suelo	18
3.2. Materiales y equipos	18
3.2.1. Material genético	18
3.2.2. Herramientas	18
3.2.3. Equipos	18
3.2.4. Insumos	18
3.3. Metodología de la investigación	19
3.3.1. Factores estudiados	19
3.3.2. Tratamientos estudiados	19
3.3.3. Diseño experimental y modelo estadístico	19
3.3.4. Análisis funcional	20

	Pág.
3.3.5. Delineamiento experimental	21
3.4. Manejo del experimento	21
3.4.1. Señalización de plantas	21
3.4.2. Inyección de los fertilizantes	21
3.4.3. Fertilización edáfica	22
3.4.4. Control de malezas	22
3.4.5. Control de insectos-plagas	22
3.4.6. Control de enfermedades	22
3.4.7. Deshoje	22
3.4.8. Deshije	23
3.4.9. Riego	23
3.4.10. Cosecha	23
3.5. Variables estudiadas	23
3.5.1. Altura de la planta del hijo sucesivo	23
3.5.2. Perímetro del pseudotallo	23
3.5.3. Peso del racimo	24
3.5.4. Número de manos por racimo	24
3.5.5. Porcentaje de rechazo	24
3.5.6. Ratio	24
3.5.7. Longitud del dedo	24
3.5.8. Calibre del fruto	25
3.5.9. Rendimiento	25
3.6. Análisis económico	25
IV. RESULTADOS	26
4.1. Altura de la planta del hijo sucesivo	26
4.2. Perímetro del pseudotallo	27
4.3. Peso del racimo	29
4.4. Número de manos por racimo	29
4.5. Porcentaje de rechazo	30
4.6. Ratio	31
4.7. Longitud del dedo	32
4.8. Calibre del fruto	33
4.9. Rendimiento	34

	Pág.
4.10. Análisis económico	35
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
VII. RESUMEN	41
VIII. SUMMARY	43
IX. BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXOS	48

ÍNDICE DE CUADROS DEL TEXTO

Cuadro 1.	Combinación de los tratamientos estudiados, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	19
Cuadro 2.	Esquema de Fuentes de variación y grados de libertad para el Análisis de Varianza, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	20
Cuadro 3.	Especificaciones del ensayo, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	21
Cuadro 4.	Resultado de la prueba de Duncan al 5 % de probabilidades, en la variable altura de la planta del hijo sucesivo, expresada en centímetros, en el experimento validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.), en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	27
Cuadro 5.	Resultado de la prueba de Duncan al 5 % de probabilidades, en la variable perímetro del pseudotallo, expresada en centímetros, en el experimento validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.), en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	28

	Pág.
Cuadro 6. Resultado de la prueba de Duncan al 5 % de probabilidades, en la variable rendimiento, expresada en kg/ha, en el experimento validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.), en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	35
Cuadro 7. Análisis de presupuesto parcial, obtenido en el experimento: “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.)”. Cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	37
Cuadro 8. Análisis de dominancia obtenido en el experimento: “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.)”. Cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	38
Cuadro 9. Análisis marginal obtenido en el experimento: “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.)”. Cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	38

ÍNDICE DE FIGURAS DEL TEXTO

		Pág.
Figura 1.	Comportamiento de los promedios de la variable altura de la planta del hijo sucesivo, expresada en centímetros, en el experimento validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca L.</i>), en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	26
Figura 2.	Comportamiento de los promedios de la variable perímetro del pseudotallo, expresada en centímetros, en el experimento validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca L.</i>), en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	28
Figura 3.	Comportamiento de los promedios de la variable peso del racimo, expresada en kilogramos, en el experimento validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca L.</i>), en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	29
Figura 4.	Comportamiento de los promedios de la variable número de manos por racimo, en el experimento validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca L.</i>), en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	30
Figura 5.	Comportamiento de los promedios de la variable porcentaje de rechazo, en el experimento validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca L.</i>), en el cantón	31

El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016

- | | | |
|-----------|---|----|
| Figura 6. | Comportamiento de los promedios de la variable ratio, en el experimento validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca L.</i>)", en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016 | 32 |
| Figura 7. | Comportamiento de los promedios de la variable longitud del dedo, en el experimento validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca L.</i>)", en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016 | 32 |
| Figura 8. | Comportamiento de los promedios de la variable calibre del fruto, expresada en grados, en el experimento validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca L.</i>)", en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016 | 33 |
| Figura 9. | Comportamiento de los promedios de la variable rendimiento, expresada en kg/ha, en el experimento validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca L.</i>), en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016 | 34 |

ÍNDICE DE CUADROS DE ANEXOS

		Pág.
Cuadro 1A.	Datos sobre la variable altura de la planta del hijo sucesivo, en centímetros, obtenidos en el inicio del experimento “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	49
Cuadro 2A.	Análisis de varianza de la variable altura de planta del hijo sucesivo en el inicio del experimento	49
Cuadro 3A.	Datos sobre la variable altura de planta del hijo sucesivo, en centímetros, obtenidos en el final del experimento “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	50
Cuadro 4A.	Análisis de varianza de la variable altura de la planta del hijo sucesivo al final del experimento	50
Cuadro 5A.	Datos sobre la variable perímetro del pseudotallo, en centímetros, obtenidos en el inicio del experimento “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	51
Cuadro 6A.	Análisis de varianza de la variable perímetro del pseudotallo en el inicio del experimento	51
Cuadro 7A.	Datos sobre la variable perímetro del pseudotallo, en centímetros, obtenidos en el final del experimento “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.)”, en el	52

		Pág.
	cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	
Cuadro 8A.	Análisis de varianza de la variable perímetro del pseudotallo en el final del experimento	52
Cuadro 9A.	Datos sobre la variable peso del racimo, en kilogramos, obtenidos en el momento de la cosecha “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	53
Cuadro 10A.	Análisis de la varianza de la variable peso del racimo	53
Cuadro 11A.	Datos sobre la variable número de manos por racimo, obtenidos en el experimento “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	54
Cuadro 12A.	Análisis de la varianza de la variable número de manos por racimo	54
Cuadro 13A.	Datos sobre la variable porcentaje de rechazo, obtenidos en el experimento “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	55
Cuadro 14A.	Análisis de la varianza de la variable porcentaje de rechazo	55

	Pág.
Cuadro 15A. Datos sobre la variable ratio, obtenidos en el experimento “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	56
Cuadro 16A. Análisis de la varianza de la variable ratio	56
Cuadro 17A. Datos sobre la variable longitud del dedo, en centímetros, obtenidos en el experimento “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	57
Cuadro 18A. Análisis de la varianza de la variable longitud del dedo	57
Cuadro 19A. Datos sobre la variable calibre del fruto, en grados, obtenidos en el experimento “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	58
Cuadro 20A. Análisis de la varianza de la variable calibre del fruto	58
Cuadro 21A. Datos sobre la variable calibre del fruto, en grados, obtenidos en el experimento “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016	59
Cuadro 22A. Análisis de la varianza de la variable rendimiento	59

ÍNDICE DE FIGURAS DE ANEXOS

	Pág.
Figura 1A. Croquis de campo del ensayo	60
Figura 2A. Autor en el inicio del experimento en el plátano	61
Figura 3A. Realizando labores culturales para el buen desempeño de la investigación	61
Figura 4A. Visita del Dr. Ing. Fulton López Bermúdez MSc. Director del Trabajo de Titulación y el Autor	62
Figura 5A. Autor de la tesis junto al Dr. Ing. Fulton López Bermúdez MSc. y la QF. Martha Mora Gutiérrez MSc. en el área de la investigación	62
Figura 6A. Visita al experimento del Decano Ing. Agr. Carlos Becilla MSc., el Director Dr. Ing. Fulton López Bermúdez MSc. y el Ing. Carlos Ramírez Aguirre MSc. Miembro examinador	63
Figura 7A. El autor en las labores de riego del cultivo estudiado	63
Figura 8A. Autor inyectando los nutrientes en el pseudotallo del plátano	64
Figura 9A. Acción en la que el autor cumple con la fertilización inyectada en el pseudotallo de la planta	64
Figura 10A. Autor midiendo diámetro del fruto	65
Figura 11A. Realizando el corte del racimo	65
Figura 12A. Autor pesando racimo cosechado	66
Figura 13A. Dispositivo utilizado para inyectar los nutrientes en la planta de plátano en la investigación	66

I. INTRODUCCIÓN

El plátano tiene su origen probablemente en la región indomalaya donde han sido cultivados desde hace miles de años. Desde Indonesia se propagó hacia el sur y el oeste, alcanzando Hawái y la Polinesia. Los comerciantes europeos llevaron noticias del árbol a Europa alrededor del siglo III A.C., aunque no fue introducido hasta el siglo X. De las plantaciones de África Occidental los colonizadores portugueses lo llevarían a Sudamérica en el siglo XVI, concretamente a Santo Domingo **(INFOAGRO, s.f.)**.

En el Ecuador, el plátano forma parte de la canasta básica familiar, al ser la materia prima de deliciosos platos tradicionales sobre todo de la región costa. La plantación de esta fruta ha ganado acogida en los últimos años, según datos de la ESPAC, en 2013 se recuperó el área cultivada luego de una caída en 2012. Las plantaciones de plátano se pueden divisar por todo el territorio ecuatoriano, gracias a que el clima de Ecuador es beneficioso para el cultivo de plátano.

Ecuador al estar situado en la mitad del mundo cuenta con una zona tropical húmeda que con un óptimo sistema de riego le permite producir de manera constante durante todo el año. Según datos en el 2014 la producción fue de 634 341 toneladas. La mayor área para cultivos de plátano, se encuentra en la provincia de Manabí en el cantón El Carmen, el cual concentra el 38% de la producción nacional, es decir 228 021 t de plátano **(PROECUADOR, 2015)**.

En términos generales el plátano es manejado como un cultivo tradicional con poca tecnología, cuyos rendimientos anuales oscilan entre las 250 cajas/ha. Sin embargo, mediante la aplicación de alternativas tecnológicas de bajo costo se pueden incrementar los rendimientos a 1000 cajas/ha/año, como demuestran los resultados de la validación realizada por el INIAP y otras instituciones de la zona, con lo cual mejoraría la producción en un 75 por ciento, y por ende los ingresos de la familia campesina aumentarían **(LA HORA, 2016)**.

Toda fertilización se debe hacer después del control de malezas y deshierba y cuando el suelo esté húmedo, no saturado o seco. En fertilización hay dos consideraciones especiales a considerar. Primero, para cualquier recomendación de fertilización se debe contar con un análisis de suelos. En segundo lugar y no menos importante, es el control de nemátodos. Una plantación con raíces destruidas es muy poco el provecho que va a sacar del abonamiento por lo que el productor está desperdiciando su dinero **(ARRAYA, 2008)**.

Los macronutrientes se necesitan en grandes cantidades. Los suelos pueden ser naturalmente pobres en nutrientes, o pueden llegar a ser deficientes debido a la extracción de los nutrientes por los cultivos a lo largo de los años. En los micronutrientes o microelementos son requeridos sólo en cantidades ínfimas para el crecimiento correcto de las plantas y tienen que ser agregados en cantidades muy pequeñas cuando no pueden ser provistos por el suelo.

Con el método de inyección se busca generar un ahorro en los insumos, pues suministra solo la cantidad exacta de nutrientes que requiere la plantación y posibilita un control de los costos de la fertilización. Y es que al inyectarlos se evita que se desperdicie material por los efectos del sol o el lavado de los suelos por la lluvia. Con esta metodología no hay pérdidas, porque se absorbe la totalidad del producto

Por otro parte, ayuda a mejorar la calidad de vida de quienes realizan la aspersión, debido a que ya no estarían tan expuestos a elementos tóxicos que afectan sus vías respiratorias. Otra de las ventajas de este sistema es que reduce el impacto ambiental negativo, pues usa tecnologías limpias que impiden el vertimiento de elementos contaminantes al medio **(EAFIT, 2010)**.

1.1. Problema

1.1.1. Planteamiento del problema

La falta de investigación en la fertilización por inyección en el cultivo de plátano ha provocado que muchos productores de plátano no hayan podido mejorar sus rendimientos, por falta de estos conocimientos y técnicas de fertilidad.

Este método aparece como alternativa para mejorar la producción, rentabilidad y cuidado del medio ambiente especialmente en el Cantón El Triunfo.

1.1.2. Formulación del problema

¿De qué manera incide la aplicación de fertilizantes por inyección en cultivo de plátano en la estación experimental del km 48, de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Guayaquil?

1.2. Justificación

Se justifica esta propuesta, ya que el sector posee una amplia producción agrícola y pequeños productores de plátano, contribuyendo así a obtener la mayor rentabilidad y productividad del cultivo.

La aplicación de fertilizantes en inyección al cultivo de plátano es muy importante ya que reduce los costos de producción debido a que se utiliza la dosis exacta de los fertilizantes aprovechando todos los nutrientes de los mismos.

1.3. Factibilidad

El proyecto es factible ya que el área donde se realizara la investigación posee las condiciones ambientales adecuadas, así también agua y suelos aptos para la llevar a cabo el proyecto.

Además se cuenta con el apoyo de la estación experimental de la Facultad de Ciencias agrarias de la Universidad de Guayaquil.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo General

- Estudiar la respuesta agronómica de las soluciones nutritivas del cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.), a la aplicación de fertilizantes mediante inyección al tallo.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar agronómicamente el efecto de la aplicación de soluciones nutritivas mediante la inyección en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.).
- Realizar un análisis económico de las aplicaciones de fertilización mediante inyección en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.).

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Revisión de literatura

2.1.1. Importancia

A nivel nacional, el plátano constituye uno de los rubros de mayor importancia por ser un alimento considerado como básico en la dieta alimenticia y de seguridad alimentaria de la población ecuatoriana, especialmente en zonas rurales y fuente generadora de ingresos para miles de ecuatorianos. Además de ser el principal componente de los sistemas agro productivos en varias zonas del país (**INIAP, 2014**).

2.1.2. Taxonomía del plátano

Según **ECURED, (2016)** y **Lardizabal, (2007)**, la taxonomía del plátano es la siguiente:

Reino: Plantae.
Subreino: Franqueahionta.
División: Espermatophyta.
Subdivisión: Magnoliophyta.
Clase: Liliatae.
Orden: Zingiberales.
Familia: Musaceae.
Género: *Musa*.
Especie: *paradisíaca*, L.

2.1.3. Morfología

2.1.3.1. Sistema radicular

Está conformada por raíces adventicias, fasciculadas y fibrosas, la mayor parte se desarrollan entre los 20 a 60 centímetros del suelo. La longitud de las raíces está influenciada por la textura y estructura del suelo y aparecen en grupos de 3 a 4, miden de 5 a 10 mm de grosor y pueden alcanzar una longitud de más de 5 m si no son obstruidas (**CEDAF, 2000**).

2.1.3.2. Cormo o rizoma

Se considera que el cormo es el tallo verdadero de la planta el cual es subterráneo, con ramificaciones monopódicas de donde se originan las hojas que parten del meristemo apical o punto vegetativo que se encuentra en la parte superior del rizoma. El tallo está formado por muchos entrenudos cortos, cubiertos externamente por la base de las hojas y de los nudos brotan las raíces adventicias. Un cormo bien desarrollado puede tener de 25 a 40 cm de diámetro y pesar de 6,9 a 11,5 Kg de acuerdo con el clon y la edad de la planta. Los cormos que se usan para la reproducción en las siembras comerciales tienen un peso que varía de 0,5 a 1,5 Kg (**MAG, s.f**).

2.1.3.3. Tallo (pseudotallo)

La parte de la planta que se asemeja a un tronco es, en realidad, un falso tallo denominado pseudotallo, y está formado por un conjunto apretado de vainas foliares superpuestas. Aunque el pseudotallo es muy carnoso y está formado principalmente por agua, es bastante fuerte y puede soportar un racimo de 50 kg o más. A medida que las hojas emergen, el pseudotallo continúa creciendo hacia arriba y alcanza su máxima altura cuando el tallo verdadero – el tallo floral que sirve de soporte a la inflorescencia - surge en la parte superior de la planta.

El hijo es un brote lateral que se desarrolla desde el rizoma, y generalmente surge muy cerca de la planta progenitora, también llamada planta madre. En español, se lo conoce como retoño, vástago, brote o colino. Cuando el hijo apenas sale de la superficie del suelo se llama hijuelo. Cuando ya ha crecido y tiene hojas verdaderas (ver abajo) se denomina hijo.

Morfológicamente hablando, existen dos tipos de hijos: el hijo espada, que tiene hojas estrechas y un rizoma grande, y el hijo de agua, que tiene hojas anchas y un rizoma pequeño. Los hijos de agua tienen una conexión débil con la planta madre y no se desarrollan como una planta fuerte. El

número de hijos producidos varía según el tipo de cultivar. El hijo seleccionado para reemplazar a la planta madre después de la fructificación se llama sucesor (**PROMUSA, 2016**).

2.1.3.4. Hojas

Está formada por cuatro partes: vaina, peciolo, lámina y apéndice, su desarrollo varía con la edad, orden de aparición de la hoja y ciclo de vida de la planta. Se originan en el punto central de crecimiento o meristemo terminal, situado en la parte superior del rizoma. Al principio, se observa la formación del peciolo y la nervadura central terminada en filamento, lo que será la vaina posteriormente.

La parte de la nervadura se alarga y el borde izquierdo comienza a cubrir el derecho, creciendo en altura y formando los semilimbos. La hoja se forma en el interior del pseudotallo y emerge enrollada en forma de cigarro. Son hojas grandes, verdes y dispuestas en forma de espiral, de 2-4 m de largo y hasta 1,5 m de ancho, con un peciolo de 1 m o más de longitud y un limbo elíptico alargado, ligeramente decurrente hacia el peciolo, un poco ondulado y glabro.

Cuando son viejas se rompen fácilmente de forma transversal por el azote del viento. De la corona de hojas sale, durante la floración, un escapo 2 m de largo. Éste lleva una veintena de brácteas ovales alargadas, agudas, de color rojo púrpura, cubiertas de un polvillo blanco harinoso. De las axilas de estas brácteas nacen a su vez las flores (**CEDAF, 2000**).

2.1.3.5. Floración

Dura aproximadamente tres meses. El tallo floral se eleva del corno a través del pseudotallo y es visible hasta el momento de la aparición de la inflorescencia. Flores amarillentas, irregulares y con seis estambres, de los cuales uno es estéril, reducido a estaminodio petaloideo. El gineceo tiene tres pistilos, con ovario ínfero.

El conjunto de la inflorescencia constituye el “régimen” de la platanera. Cada grupo de flores reunidas en cada bráctea forma una reunión de frutos llamada “mano”, que contiene de 3 a 20 frutos. Un régimen no puede llevar más de 4 manos, excepto en las variedades muy fructíferas, que pueden contar con 12-14 **(Rodríguez, 2002)**.

2.1.3.6. Fruto

Baya oblonga. Durante el desarrollo del fruto éstos se doblan geotrópicamente, según el peso de este, determinando esta reacción la forma del racimo. Los plátanos son polimórficos, pudiendo contener de 5 - 20 manos, cada una con 2-20 frutos, siendo su color amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo. Los plátanos comestibles son de partenocarpia vegetativa, o sea, desarrollan una masa de pulpa comestible sin ser necesaria la polinización. Los óvulos se atrofian pronto, pero pueden reconocerse en la pulpa comestible **(Cruz, 2014)**.

2.1.4. Nutrición

2.1.4.1. Nitrógeno

El Nitrógeno es el elemento básico para la síntesis de los constituyentes orgánicos más importantes de la planta. Es el componente esencial de aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, aminos, amidas, nucleoproteínas, clorofila, etc. Es absorbido por las raíces generalmente bajo las formas NO_3^- (nitrato) y NH_4^+ (amonio) **(Mengel, 1991)**.

El mismo autor plantea que la forma nitrato es la forma dominante porque en general se encuentra en cantidades superiores al amonio. La preferencia de las plantas por absorber amonio o nitrato está determinada por el estado fenológico, tipo de planta y medio ambiente. El contenido de nitrógeno en los suelos varía en un amplio espectro, pero valores normales para la capa arable son del 0,2 al 0,7 %. Estos porcentajes tienden a

disminuir con la profundidad. El nitrógeno tiende a incrementarse al disminuir la temperatura de los suelos y al aumentar las precipitaciones atmosféricas. En el suelo podemos encontrar el nitrógeno en dos formas:

2.1.4.2. Nitrógeno orgánico

Compone la mayor parte del nitrógeno total. Los valores normales están comprendidos entre 90 – 95% y puede encontrarse en organismos vivos (plantas y animales), residuos orgánicos (MOL) o humus estable (MOS). Se encuentra siempre en forma reducida, gran parte en forma de grupos amino (NH₂). Las formas de nitrógeno orgánico llegan al suelo en forma reducida y en el suelo pueden ser inmovilizadas por los microorganismos o pueden ser oxidadas a formas de nitrógeno inorgánico llamado también nitrógeno mineral. Este nitrógeno puede ser fijado por las arcillas del suelo, absorbido por los microorganismos, transformado en gas o perdido por lixiviación **(Cao and Tibbits, 1994)**.

2.1.5. Fertilización

Cuando el suelo es deficiente en elementos nutritivos, hay que suminístraselos oportunamente siguiendo las recomendaciones dadas en el análisis del suelo. Solo así se podrá obtener los máximos rendimientos y calidad de la producción. La forma de aplicación depende de la topografía del terreno, por lo tanto si este es plano hágalo en forma de circular; pero si es quebrado, en media luna. Es importante tener presente que para fertilizar, el suelo debe estar húmedo y libre de malezas **(CHEMONICS, s.f.)**.

Es difícil estimar exactamente la contribución de los fertilizantes al aumento de la producción agrícola, debido a la interacción de muchos otros factores importantes. No obstante, los fertilizantes continuarán a jugar un papel decisivo, y esto sin tener en cuenta cuáles tecnologías nuevas puedan aún surgir. En los países en desarrollo, la mayoría de los agricultores activos del sector de producción de alimentos son agricultores de pequeña escala que forman parte de la pobreza rural. La introducción de nuevos sistemas

agrícolas y de tecnologías mejoradas es muy importante para ellos, dado que la mejora de la productividad resulta no sólo en más alimentos sino también en más ingreso.

Si el suministro de nutrientes es amplio, los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos. En consecuencia, a fin de obtener altos rendimientos, los fertilizantes son necesarios para proveer a los cultivos con los nutrientes del suelo que están faltando. Con los fertilizantes, los rendimientos de los cultivos pueden a menudo duplicarse o más aún triplicarse (**FAO, 2002**).

2.1.5.1. Jisamar

Características según, **JISA s.f. (a)**.

Abono NPK 5 – 2 – 3 con extracto de algas (*Ascophylum Nodosum*). Es una formulación especialmente estudiada para su aplicación vía foliar.

Contiene un extracto de algas puro, rico en fitohormonas naturales de origen vegetal, entre ellas citoquininas, auxinas y giberelinas que unidas al fósforo hacen que este producto sea muy indicado para la floración, cuaje y maduración de los frutos.

Modo de empleo: Puede ser empleado en todo tipo de cultivos, principalmente indicando en aquellas producciones en las que se valora la cantidad y calidad de los frutos.

2.1.5.2. Fulvin 40 - 22

Características según, **JISA s.f. (b)**.

Es una formulación especial con una larga trayectoria en el mercado agronutrientes, obteniendo siempre resultados más que satisfactorios en todo tipo de cultivos.

Conjuga los siguientes nutrientes: materia orgánica, sustancias húmicas-fúlvico, NPK, micro-nutrientes y proteínas de origen vegetal.

La presencia de materia orgánica en el suelo ofrece ventajas importantes, la mejora de las propiedades físicas (una mejor estructura y una mayor capacidad de retención de agua), productos químicos (facilitan el intercambio catiónico) y productos biológicos, la mejora de la actividad microbiana. Cuando los niveles de materia orgánica en el suelo son bajos, hay que añadir para mejorar el cultivo. Fulvin 40-22 cumplir con estas funciones.

Los ácidos fúlvicos tienen la característica específica de complejos los nutrientes existentes en el complejo arcillo-húmico, junto con un gran poder de asimilación y penetración en la planta.

El NPK, son una parte esencial de la nutrición básica de todos los cultivos. Los micronutrientes ayudan a evitar la aparición de deficiencia. La proteína vegetal, actúa como un estimulante en el desarrollo vegetativo de las plantas.

2.1.5.3. Jisafol Características según, JISA s.f. (c).

JISAFOL N-CONTROL

Es una solución nitrogenada con metilen-urea para una fertilización eficaz y como complemento ideal para cubrir las necesidades de nitrógeno en el cultivo.

Con la aplicación de JISAFOL N-CONTROL se mejora la actividad del nitrógeno en la planta. Por una parte, el nitrógeno en forma ureica actúa de forma rápida y el nitrógeno procedente de urea formaldehído su acción es más progresiva y controlada.

Es un formulado que puede ser aplicado vía foliar mezclado con los tratamientos fitosanitarios y vía radicular a través del sistema de riego junto con los abonos compatibles.

JISAFOL 20-20-20

Es un abono foliar con alto contenido en NPK y enriquecido con microelementos quelatados. Está formulado con elementos nutricionales de alta calidad, con lo que se consigue una total solubilidad y una perfecta asimilación por la planta.

Puede ser utilizado en todo tipo de cultivos por vía foliar para obtener un mayor vigor vegetativo, adelantar la maduración, mejorar el calibre y aumentar el rendimiento de las cosechas.

Es compatible con la mayoría de productos fitosanitarios. No mezclar con aceites, productos fuertemente alcalinos o que contengan calcio. Es conveniente hacer una prueba previa.

JISAFOL 12-4-6

Es un abono líquido NPK rico en nitrógeno y enriquecido con microelementos quelatados. Está formulado para la aplicación foliar como complemento del abonado de fondo, en las épocas que sea necesario favorecer el crecimiento vegetativo o que el cultivo tenga que superar alguna situación adversa como pueden ser heladas, desequilibrios nutricionales, tratamientos de herbicidas, etc.

Puede ser aplicado en cualquier momento del ciclo vegetativo, en todo tipo de cultivos por vía foliar o radicular.

Es compatible con la mayoría de productos fitosanitarios. No mezclar con aceites, productos fuertemente alcalinos o que contengan calcio. Es conveniente hacer una prueba previa.

2.1.5.4. New robust

Características según, **Del Monte s.f.**

Es un potente regulador de crecimiento a base de ácido giberélico, fitohormona presente en forma natural en la mayoría de vegetales. Evita el arpillamiento de las plantas, tiene efecto directo en el crecimiento y textura de las plantas.

Es compatible con la mayoría de fungicidas, insecticidas y fertilizantes comunes. Evitar la mezcla con sustancias muy alcalinas o muy ácidas. En caso de realizar alguna mezcla se recomienda hacer pruebas de compatibilidades a pequeña escala.

2.1.5.5. Foska

Características según, **Lignoquim s.f. (a).**

Bio estimulante líquido energizado con carbono totalmente hidrosoluble y enriquecido con macro elementos: Fósforo y Potasio. Estos nutrientes intervienen en los procesos de floración, cuajado y engorde para todo tipo de cultivo.

Dentro de las amplias funciones que tiene el Potasio, podemos destacar su acción como activador en el metabolismo de las proteínas y de muchas enzimas en el metabolismo de los carbohidratos.

El Fósforo forma parte de los ácidos nucleicos, por lo que participa en todas las reacciones energéticas del metabolismo. Foska es beneficioso para prevenir ataques de nematodos.

2.1.5.6. Humitek combo 320

Es una enmienda húmica líquida, procedente de ignitos altamente humificados (LEONARDITAS). Por su alta concentración de extracto húmico total, al ser incorporado al suelo, favorece el desbloqueo de los macro y micronutrientes que se encuentran en el complejo arcillo-húmico del suelo, con lo que conseguimos un mayor y mejor aprovechamiento de los nutrientes de la planta.

Aumenta la actividad microbiana del suelo y la capacidad de intercambio catiónico (CIC).

Es compatible con la mayoría de los productos fitosanitarios y nutricionales, a excepción de los que tengan el pH bajo (ácidos).

2.1.5.7. Aminocrop

Características según, **Lignoquim s.f. (b)**.

Fórmula líquida compuesta de amino-ácidos, derivado de proteínas naturales que se diluye fácilmente en agua. Muy rápidamente corrige las deficiencias de nutrientes, mejora el desarrollo de los frutos, ayuda a las plantas para resistir el stress del ambiente y las defiende de muerte prematura. Contiene 17 L-amino ácidos, incluyendo L-treonina, L-valina, L-methionina y los amino ácidos necesarios como la L-arginina, L-histidina, etc.

Diseñados especialmente para agricultura orgánica y fertilizantes no contaminantes, no contienen químicos de ninguna clase ni se le han agregado hormonas sintéticas.

Posee además la cualidad de considerarse un mejorador de suelo, ya que, físicamente favorece a la estructura, contribuyendo como factor de

agregación en la disposición de las partículas elementales, para formar partículas de mayor tamaño y obtener las ventajas de un mayor flujo de agua y de aire en las raíces.

2.1.5.8. Kynetin

Características según, **Punto verde s.f.**

Hormona natural reguladora del crecimiento vegetal. Facilita la nutrición de las plantas, mejora la brotación de yemas florales y frutales. Influye en mejorar el amarre de las flores, en el desarrollo de los frutos, en el crecimiento radicular. Ayuda en general a mejorar el vigor y productividad de las plantas.

Aplicado al suelo (drench), mejora el transporte de nutrientes hacia la parte aérea de las plantas y contribuye a su turgencia retardando el envejecimiento de las plantas.

2.2. Hipótesis

2.2.1. Hipótesis nula

Las diferentes aplicaciones de fertilizantes en inyección, no afectaran la productividad, proporcionalidad y rentabilidad del cultivo de plátano de la estación experimental km 48 de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Guayaquil.

2.2.2. Hipótesis alternativa

Las diferentes aplicaciones de fertilizantes en inyección, mejoraran el incremento en cuanto a la productividad, proporcionalidad y rentabilidad del cultivo de plátano de la estación experimental km 48 de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Guayaquil.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características del área

3.1.1. Localización del ensayo

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la estación seca, desde el mes de junio a diciembre del 2016, en la granja experimental “Vainillo” de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Guayaquil, ubicada en el km 48 de la vía Duran-Tambo, cantón El Triunfo, provincia del Guayas.

3.1.2. Ubicación geográfica

Coordenadas geográficas del área investigativa, según web en línea (GPS, 2016).

Latitud	Sur	02° 20' 22”
Longitud	Oeste	79° 31' 43”
Altitud	m.s.n.m.	35,0

3.1.3. Condiciones climáticas

Según la información recogida, el lugar presenta los siguientes datos climáticos^{1/}.

Parámetros	um	Valor
Temperatura media anual	°C	25,35
Humedad relativa promedio anual	%	82,0
Heliofanía	Horas/luz/año	733,7
Precipitación promedio anual	mm	1557
Nubosidad	Cielo cubierto	7/8

^{1/}**Fuente:** Estación agrometeorológica del ingenio San Carlos (INHAMI, 2015).

3.1.4. Clasificación ecológica y características del suelo

La zona donde se realizó el ensayo es catalogada como bosque tropical húmedo.

El terreno del estudio presenta topografía plana y regular, no tiene bosques primarios, es de textura franco limoso, con un pH ligeramente ácidos de 6,4, con bajo contenido de nitrógeno, boro y zinc, y niveles medios en fósforo y potasio.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Material genético

Se utilizó una plantación de plátano ya establecida por más de dos años.

3.2.2. Herramientas

Machetes, azadones, piolas, estaquillas, cinta métrica, cañas, pinturas y bomba de mochila.

3.2.3. Equipos

Computadora, calculadora, cámara fotográfica, calibrador y balanza digital.

3.2.4. Insumos

Fertilizantes: Jisamar, Fulvin, Jisafol, New Robust, Foska, Aminocrop, Kynetin, Humitek combo – 320.

3.3. Metodología de la investigación

3.3.1. Factores estudiados

Se estudió dos alternativas de productos nutricionales inyectables en pseudotallos de plátano (hijo y plantas prontas), más un tratamiento como testigo absoluto.

3.3.2. Tratamientos estudiados

Las dos alternativas de fertilización por inyección, se dan a continuación en el cuadro 1.

Cuadro1. Combinación de los tratamientos estudiados, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

Tratamientos	Productos	Dosis en 500 ml
		de agua
T1	Jisamar	25 ml
	Fulvin 40 - 22	25 ml
	JisafoI	25 ml
	New robust	0,5 g
	Foska	25 ml
T2	Humitek combo 320	25 ml
	Aminocrop	25 ml
	Kynetin	0,5 g
T3	Testigo absoluto	0,0

3.3.3. Diseño experimental y modelo estadístico

Para esta investigación se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), constituido por tres tratamientos y diez repeticiones, para un total de 30 unidades experimentales (Cuadro 2). El análisis estadístico se efectuó

con el método análisis de varianza, con el auxilio del programa informático Infostat **(Di Rienzo et al., 2016)**.

Cuadro 2. Esquema de Fuentes de variación y grados de libertad para el Análisis de Varianza, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

F. de Variación		G. L.
Repeticiones	(r-1) (10-1)	9
Tratamientos	(t-1) (3-1)	2
Error experimental	(t-1)(r-1) (9 x 2)	18
Total	(n-1) (30-1)	29

Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad i=1, 2, \dots, t$$

$$j = 1, 2, \dots, r$$

μ = parámetro, efecto medio

τ_i = parámetro, efecto del tratamiento i

β_j = parámetro, efecto del bloque j

ε_{ij} = valor aleatorio, error experimental de la u.e. i, j

Y_{ij} = observación en la unidad experimental

3.3.4. Análisis funcional

Mediante la prueba de rango múltiples de Duncan al 5% de probabilidades, se procedió a la comparación de los promedios de los tratamientos, que presentaron diferencias significativas en el análisis de varianza. Esta prueba se realizó con la ayuda del programa informático Infostat **(Di Rienzo et al., 2016)**.

3.3.5. Delineamiento experimental

Cuadro 3. Especificaciones del ensayo, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

Parámetros	um	Cant.
Número de tratamientos	u	3
Número de repeticiones	u	10
Total de unidades experimentales	u	30
Plantas/unidad experimental	u	1
Distancia entre plantas	m	3,0 m
Distancia entre hileras	m	2,8 m
Área de la parcela	m ²	(2,8 X 3,0) = 8,4 m ²
Área útil del experimento	m ²	(30 X 8,4) = 252,0 m ²
Área total del experimento	m ²	(32 x 10,4) = 332,8 m ²

3.4. Manejo del experimento

La investigación se realizó a campo abierto, con las siguientes actividades recomendadas para el desarrollo óptimo del cultivo.

3.4.1. Señalización de plantas

Se procedió a señalar las plantas prontas, donde se aplicaron los diferentes tratamientos de nutrientes con inyección.

3.4.2. Inyección de los fertilizantes

Se realizó las mezclas de los cuatros fertilizantes, según lo descrito para cada tratamiento. Con una pistola de inyección de 3 ml de capacidad, se aplicó por una sola vez, vía inyección en la parte baja del pseudotallo a unos 0,50 metros del suelo, las soluciones nutritivas y dosis señaladas en los tratamientos.

Se relacionaron las plantas prontas, cuyos hijos tenían 1,2 m de altura para posteriormente a estas tomarles el dato de cosecha.

3.4.3. Fertilización edáfica

Se realizó una aplicación de fórmula completa N – P – K, el 25 de junio, directo al suelo, colocándolo en círculos a 10 cm de la planta, con una dosis de 60 gramos por planta.

3.4.4. Control de malezas

Se realizó de forma manual durante el desarrollo del cultivo con machetes y se aplicó glifosato con dosis de 100 ml por bomba de 20 litros en el control químico.

3.4.5. Control de insectos-plagas

Se realizó una aplicación de Terracur al 10 % G., con una dosis de 113 gramos por planta, para el control del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*).

3.4.6. Control de enfermedades

Se llevó un estricto control de las actividades culturales, y se aplicó Mancozeb para el control de la Sigatoka, estas se realizaron con una frecuencia de 21 días.

3.4.7. Deshoje

Esta actividad se realizó cada 15 días, cortando la hoja completa o una parte según el daño existente.

3.4.8. Deshije

Esta práctica se realizó cada 2 meses, y se fueron eliminando los hijos de agua y los hijos de espadas cuando eran demasiados alrededor de la planta.

3.4.9. Riego

El riego se realizó con la técnica de riego superficial o por gravedad, con una frecuencia cada 8 días y de dos horas de duración en cada frecuencia.

3.4.10. Cosecha

Se realizó cuando los racimos de plátano estaban aptos fisiológicamente, a partir del 15 de diciembre del 2016.

3.5. Variables estudiadas

Para las evaluaciones se tomaron las plantas que habían sido seleccionadas para cada unidad experimental.

3.5.1. Altura de la planta del hijo sucesivo

Con un flexómetro se midió la altura del hijo sucesivo, desde la base del pseudotallo hasta la intersección de la vaina de las hojas uno y dos, esto se realizó al inicio del experimento y en la cosecha de la planta madre. Estas mediciones se expresaron en centímetros.

3.5.2. Perímetro del pseudotallo

Las mediciones del perímetro del pseudotallo se realizaron con una cinta métrica, expresado en centímetros, a 1 metro de altura desde su base, se realizaron al inicio y al final del experimento.

3.5.3. Peso del racimo

Se pesaron los racimos individualmente, utilizando una balanza graduada en kilogramos. Estos pesajes se realizaron en el momento de la cosecha. Se cortó parte del pedúnculo por encima de la primera mano y también la mano falsa.

3.5.4. Número de manos por racimo

Después de cosechado el racimo, se procedió a contar visualmente el número de manos, en el momento que se realizó el desmane, por cada racimo individualmente.

3.5.5. Porcentaje de rechazo

Una vez cosechado los racimos y desmanados, se evaluó la cantidad de merma y se expresó en porcentaje.

3.5.6. Ratio

Se obtiene por la relación del número de racimos desmanados y el número de cajas realizadas. O sea dividiendo el número de racimos cosechados por el número de cajas de 18,14 kg llenadas.

3.5.7. Longitud del dedo

Una vez cosechado el racimo y realizado el desmane, se procedió a realizar las mediciones en los dedos del medio de la segunda y tercera mano. Se midió con una cinta métrica, desde el ápice hasta el pedúnculo del fruto, expresado en centímetros.

3.5.8. Calibre del fruto

Con la ayuda de un calibrador estándar, se midió en la parte central del fruto, en los dedos del medio de la segunda y tercera mano, expresándose en grados.

3.5.9. Rendimiento

Se tomaron las producciones en kilogramos de cada área experimental y se transformaron a kg/ha, utilizando la siguiente fórmula matemática.

$$R = \frac{PFP * 10000 \text{ m}^2}{ANC}$$

Dónde:

R = rendimiento (kg/ha)

PFP = peso de los frutos por parcela (kg)

ANC = área neta cosechada (m²)

3.6. Análisis económico

El cálculo del análisis económico, se realizó empleando la metodología del presupuesto parcial, descrita en el libro del (CIMMYT, 1988).

Se calculó los costos variables imputables a cada tratamiento y los beneficios brutos por el precio que se cotiza en el mercado, a partir del rendimiento ajustado al 5 %. Luego con esos valores, se lograron los beneficios netos de cada tratamiento.

Al final se ejecutó el análisis de dominancia y el análisis marginal para definir la variante más factible económicamente de las estudiadas.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de la planta del hijo sucesivo

Al realizarle el análisis de varianza a esta variable, se observa que no existen diferencias significativas en la medición al inicio de la investigación y si existen diferencias muy significativas al final de la misma. Los coeficientes de variación fueron de 10,2 y 6,07 % al inicio y al final respectivamente. Los promedios generales mostrados son de 138,33 y 237,44 centímetros en el mismo orden que el anterior (Cuadros 2A y 4A).

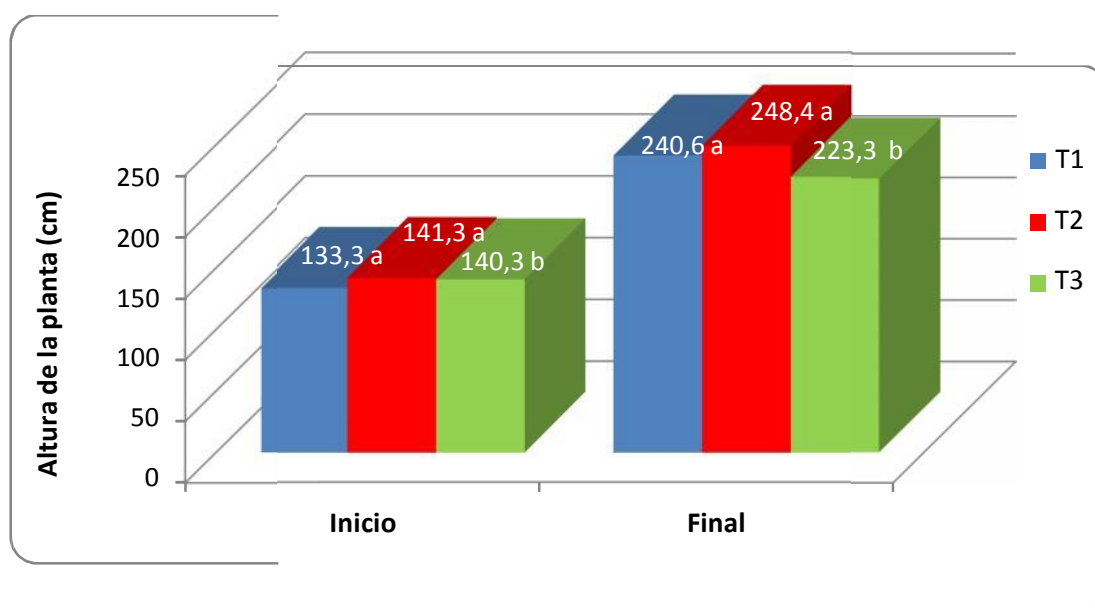


Figura 1. Comportamiento de los promedios de la variable altura de la planta del hijo sucesivo, expresada en centímetros, en el experimento validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.), en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

A pesar de que no existir un tratamiento superior al otro estadísticamente en la evaluación del inicio del experimento, el tratamiento 2 muestra los valores promedios más elevados, con 141,36 centímetros. En la evaluación realizada al final de la prueba, los tratamientos 2 (con 248,43 cm)

y el 1 (con 240,57 cm) son superiores estadísticamente al tratamiento 3 (con 223,33 cm) (Cuadros 1A, 3A, 4 y Figura 1).

Cuadro 4. Resultado de la prueba de Duncan al 5 % de probabilidades, en la variable altura de la planta del hijo sucesivo, expresada en centímetros, en el experimento validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.), en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

TRATAMIENTOS	$\bar{X}$
T1 (Jisamar+ Fulvin+ Jisafol+ New Robust)	240,57 a
T2 (Foska+ Aminocrop+ Humitek combo 320+ Kynetin)	248,43 a
T3 (Testigo, Sin biofertilizantes)	223,33 b
$\bar{X}$	237,44
C.V. %	6,07

Los valores promedios que comparten la misma letra, no presentan diferencia estadística entre sí (Duncan $\geq 0,05$).

4.2. Perímetro del pseudotallo

El análisis de varianza realizado a esta variable, arroja que no existen diferencias significativas en los valores del inicio de la investigación. Pero en las mediciones realizadas al pseudotallo al final de la investigación, muestra diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Los coeficientes de variación fueron de 8,28 y 6,5 % al inicio y al final respectivamente. Los promedios generales obtenidos fueron de 16,63 y 66,80 centímetros, respectivamente igual al anterior (Cuadros 6A y 8A).

Según los datos observados en esta variable, al final de la investigación, se observa al tratamiento 2 (con 71,83 cm) y el 1 (con 67,83 cm) que son superiores estadísticamente al tratamiento 3 (con 60,74 cm). Mientras que en la misma evaluación, pero al inicio del experimento a pesar de que no hubo diferencias, el tratamiento 2 con 17,18 centímetros fue el valor más alto

y 223,33 fue el más bajo correspondiendo al testigo (Cuadros 3A, 5A, 5 y Figura 2).

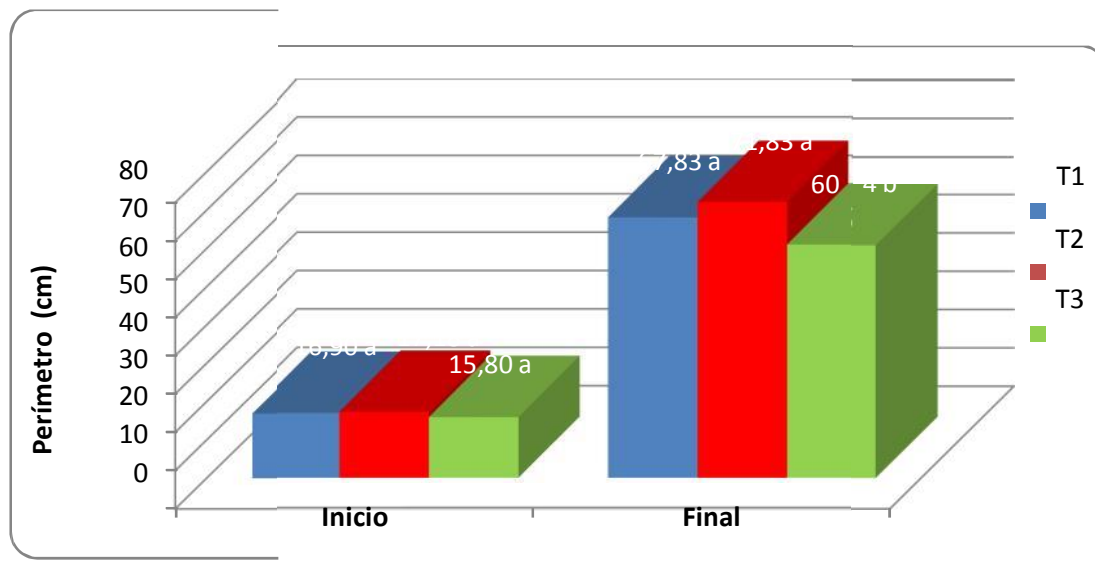


Figura 2. Comportamiento de los promedios de la variable perímetro del pseudotallo, expresada en centímetros, en el experimento validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.), en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

Cuadro 5. Resultado de la prueba de Duncan al 5 % de probabilidades, en la variable perímetro del pseudotallo, expresada en centímetros, en el experimento validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.), en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

TRATAMIENTOS	$\bar{X}$
T1 (Jisamar + Fulvin + Jisafol + New Robust)	67,83 a
T2 (Foska + Aminocrop + Humitek combo 320 +Kynetin)	71,83 a
T3 (Testigo, Sin biofertilizantes)	60,74 b
$\bar{X}$	66,80
C.V. %	6,5

Los valores promedios que comparten la misma letra, no presentan diferencia estadística entre sí (Duncan $\geq 0,05$).

4.3. Peso del racimo

Al concluir el pesaje de los racimos, se muestra al tratamiento 2 con 12,18 kilogramos con el valor promedio más alto de los tres tratamientos y al tratamiento 3, con el valor más bajo de 11,87 kg (Cuadros 9A y Figura 3).

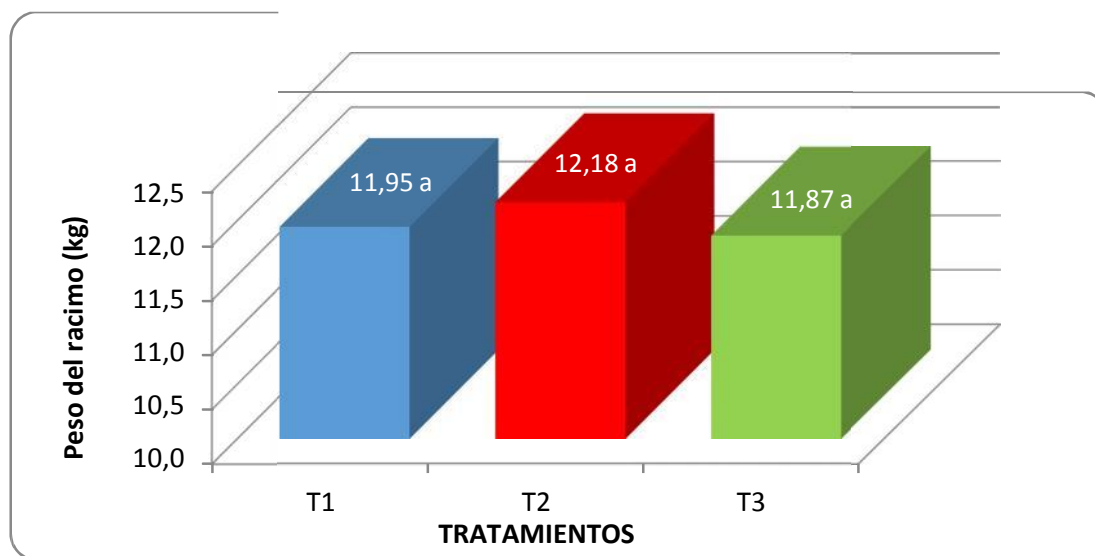


Figura 3. Comportamiento de los promedios de la variable peso del racimo, expresada en kilogramos, en el experimento validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.), en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

El análisis de varianza practicado a esta variable muestra que no existen diferencias significativas en los tratamientos. El coeficiente de variación es de 7,61 % con un promedio general de 12 kilogramos (Cuadros 10A).

4.4. Número de manos por racimo

Según el análisis de varianza realizado a esta variable, no existen diferencias significativas. El coeficiente de variación se presenta con 17,04 % y la media general muestra 7,60 manos (Cuadros 12A).

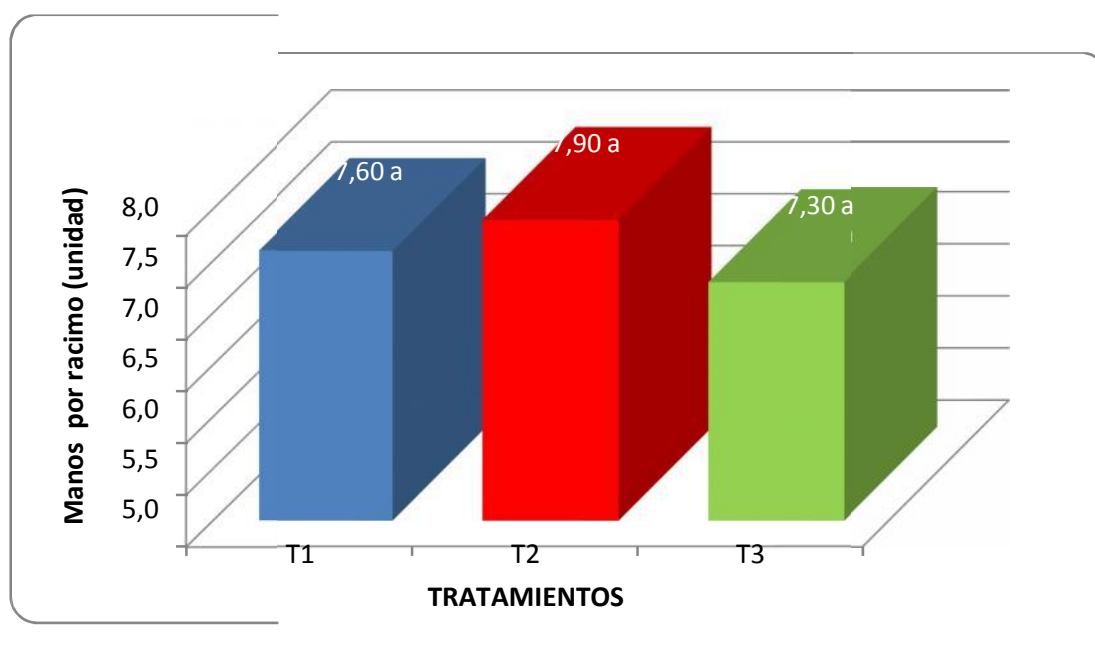


Figura 4. Comportamiento de los promedios de la variable número de manos por racimo, en el experimento validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.), en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

Al observar los datos recolectados en el conteo de las manos por racimo, se puede apreciar que el tratamiento 2 presenta el valor más elevado, con promedio de 7,90 manos (Cuadros 11A y Figura 4).

4.5. Porcentaje de rechazo

De acuerdo al análisis de varianza, no existen diferencias significativas en los tratamientos y si existen en las repeticiones, pero no son de interés para este estudio. La media general es de 0,19 % y el coeficiente de variación de 10,42 % (Cuadros 14A).

Al realizar las operaciones de pesaje, desmane y cálculos de la merma, se muestra al tratamiento 1, con el porcentaje de rechazo más bajo con 0,19 % y los otros dos tratamientos con 0,20 % de rechazo (Cuadros 13A y Figura 5).

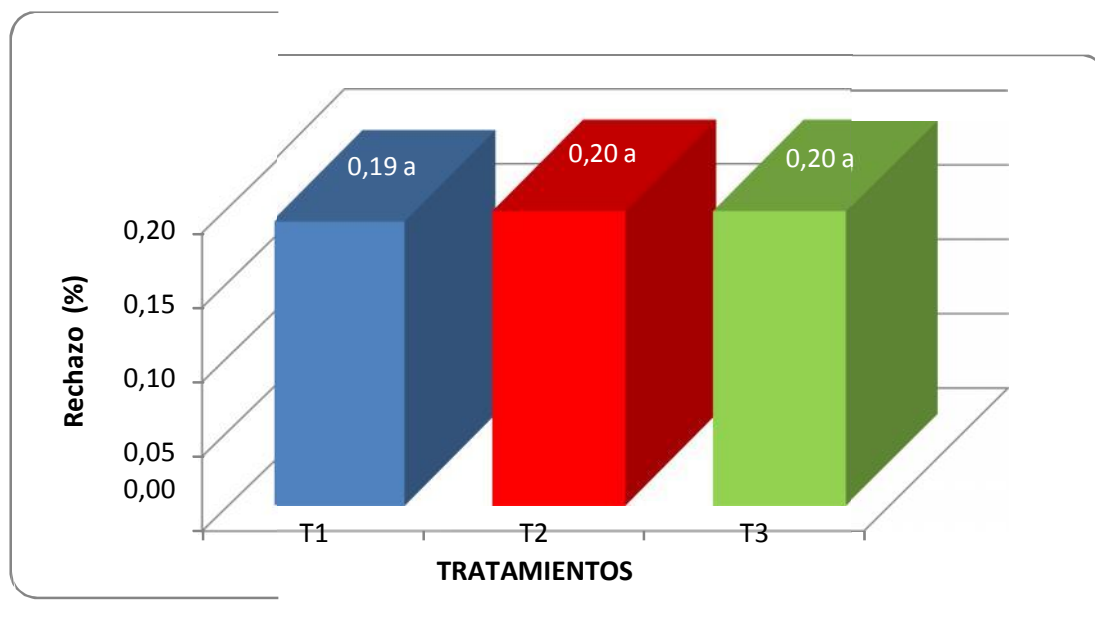


Figura 5. Comportamiento de los promedios de la variable porcentaje de rechazo, en el experimento validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.), en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

4.6. Ratio

De acuerdo al análisis estadístico realizado, no se observan diferencias significativas en los tratamientos. El promedio general muestra 1,89 racimos para llenar una caja y el coeficiente de variación es de 7,71 % (Cuadros 16A).

Según los cálculos realizados en esta variable, se observa que el tratamiento 2, es el que menos racimos necesita para llenar una caja de 18,14 kg, con una eficiencia de 1,87 racimos para una caja de (Cuadros 15A y Figura 6).

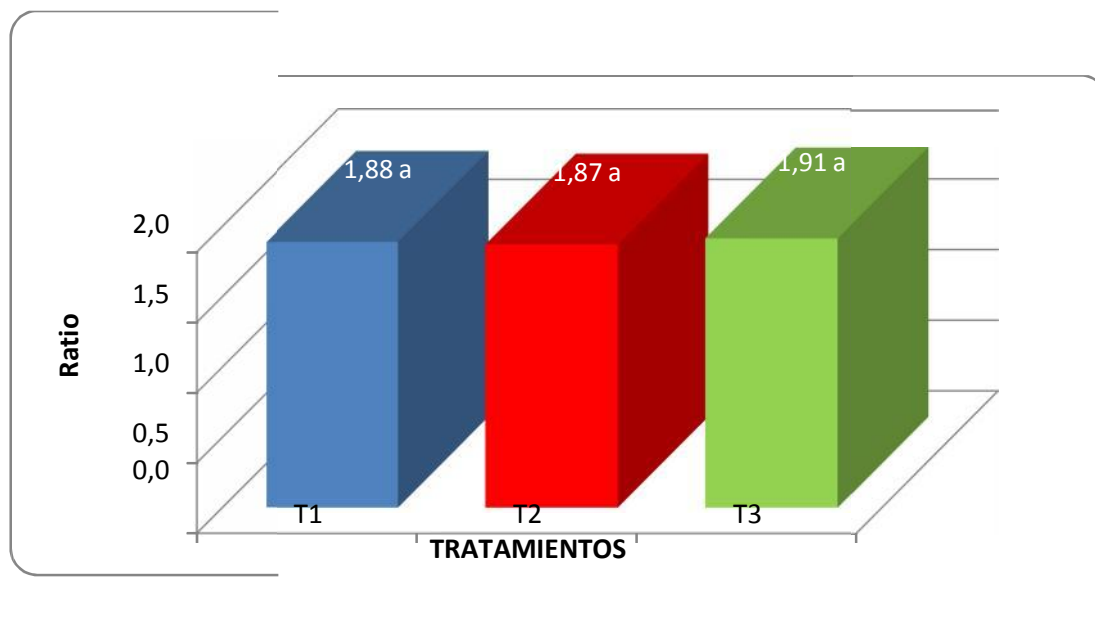


Figura 6. Comportamiento de los promedios de la variable ratio, en el experimento validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.), en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

4.7. Longitud del dedo

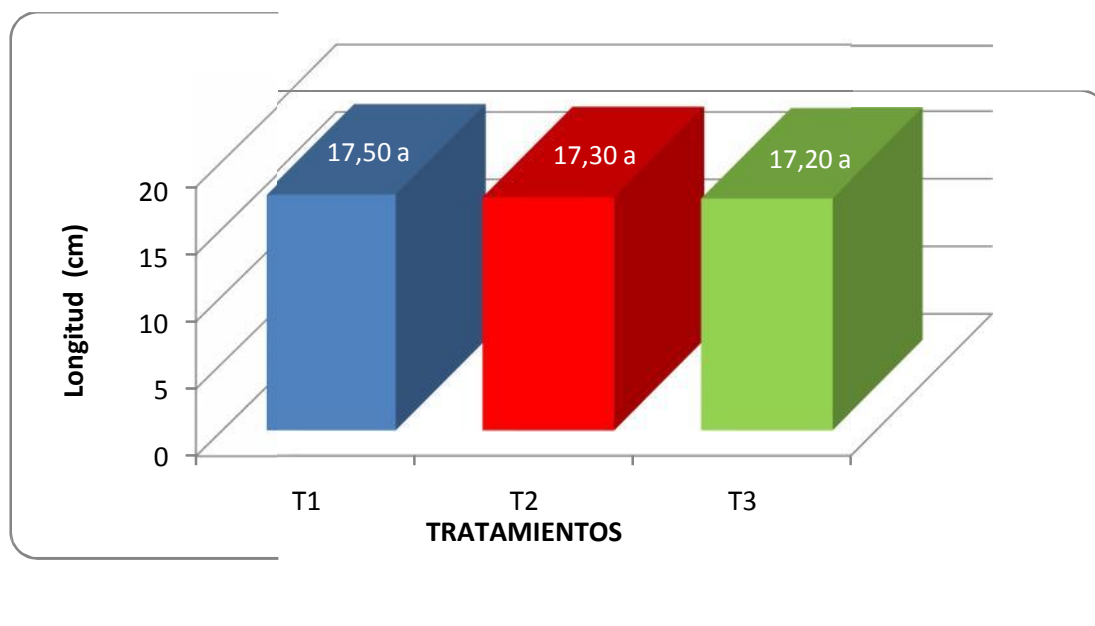


Figura 7. Comportamiento de los promedios de la variable longitud del dedo, en el experimento validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.), en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

De acuerdo al análisis de varianza, no existen diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación observado es de 7,22 % y el promedio general de 17,33 centímetros (Cuadros 18A).

Está variable muestra, como el valor promedio más alto, al tratamiento 1 con 17,50 centímetros de longitud del dedo y el más bajo el tratamiento 3 con promedio de 17,20 cm (Cuadros 17A y Figura 7).

4.8. Calibre del fruto

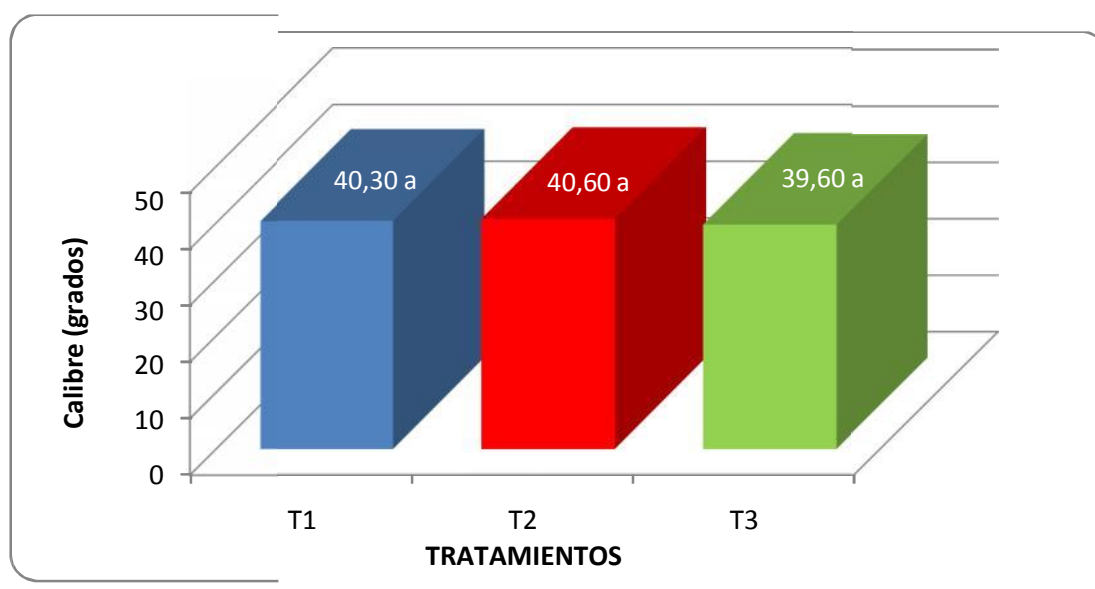


Figura 8. Comportamiento de los promedios de la variable calibre del fruto, expresada en grados, en el experimento validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.), en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza, no existen diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación es de 3,95 % y el promedio general de 40,17 grados (Cuadros 20A).

Según los datos obtenidos de las mediciones realizadas al diámetro del fruto, se observa al tratamiento 2 con el mayor calibre de 40,60 grados y el menor el tratamiento 3 con 39,60 grados (Cuadros 19A y Figura 8).

4.9. Rendimiento

Según el análisis de varianza realizado a esta variable productiva, muestra que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos con un nivel de confianza de 99,80 %. El coeficiente de variación fue de 7,56 % y el promedio general fue de 8895 kg/ha (Cuadro 22A).

El valor promedio más elevado corresponde al tratamiento 2 con 9312 kg/ha (Cuadro 21A y Figura 9).

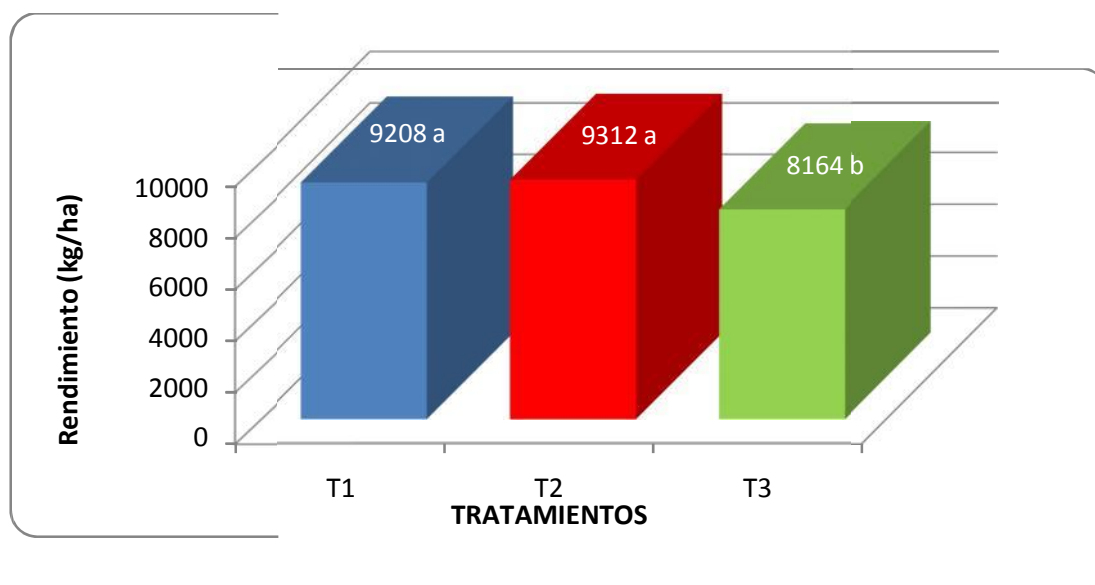


Figura 9. Comportamiento de los promedios de la variable rendimiento, expresada en kg/ha, en el experimento validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.), en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

Según los datos observados en esta variable, el tratamiento 2 con 9312 y el 1 con 9208 kg/ha son superiores estadísticamente al tratamiento 3 que

presenta 8164 kg/ha. Entre el tratamiento dos y el uno no existen diferencias estadísticas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Resultado de la prueba de Duncan al 5 % de probabilidades, en la variable rendimiento, expresada en kg/ha, en el experimento validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.), en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

TRATAMIENTOS	$\bar{X}$
T1 (Jisamar + Fulvin + Jisafol + New Robust)	9208 a
T2 (Foska + Aminocrop + Humitek combo 320 +Kynetin)	9312 a
T3 (Testigo, Sin biofertilizantes)	8164 b
$\bar{X}$	8895
C.V. %	7,56

Los valores promedios que comparten la misma letra, no presentan diferencia estadística entre sí (Duncan $\geq 0,05$).

4.10. Análisis económico

Según el análisis económico con el presupuesto parcial, se determinó que el mejor beneficio bruto lo presentó el tratamiento dos, con 2610 USD/hectárea y el menor fue para el tratamiento tres, con 2288 USD/hectárea (Cuadro 7).

De acuerdo al mismo análisis, en los costos variables el tratamiento dos, fue el más elevado con un costo de 267 USD/ha y el más económico correspondió al tratamiento tres, con cero USD de costo, por ser el tratamiento testigo absoluto y no tener aplicación de fertilizantes. Mientras que el mejor beneficio neto fue para el tratamiento dos con 2343 USD/ha y el menor correspondió al tratamiento tres con 2288 USD/ha (Cuadro 7).

En el análisis de dominancia, ninguno de los tratamientos fueron dominados, por lo que todos los tratamientos hubo que realizarle el análisis marginal (Cuadro 8).

En cuanto al análisis marginal, el pase del tratamiento uno para el dos fue el más alto, con una tasa de retorno marginal de 2805 %. Eso significa que por cada 1 USD invertido, se espera recobrar el 1 USD invertido más un retorno adicional de 28,05 USD (Cuadro 9).

Cuadro 7. Análisis de presupuesto parcial, obtenido en el experimento: “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.)”. Cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

Rubros	U/M	Tratamientos		
		T1	T2	T3
Rendimientos brutos	(kg/ha)	9208	9312	8164
Rendimientos ajustado (5%)	(kg/ha)	8748	8846	7756
Beneficio bruto	(USD/ha)	2581	2610	2288
Costos de los Fertilizantes	(USD/ha)	176,0	177,0	0,0
Costos de los Jornales	(USD/ha)	90,0	90,0	0,0
Total de costos variables	(USD/ha)	266,0	267,0	0,0
Beneficio neto	(USD/ha)	2315	2343	2288

Precio de venta del plátano, 0,295 USD/kg, tomado del Boletín de precios al productor (MAGAP, 2016).

Cuadro 8. Análisis de dominancia obtenido en el experimento: “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.)”. Cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

Tratamientos	Total de costos que varían (USD/ha)	Beneficios netos (USD/ha)	Dominancia
T3	0,0	2288	
T1	266,0	2315	
T2	267,0	2343	

Cuadro 9. Análisis marginal obtenido en el experimento: “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.)”. Cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

Tratamientos	Costos que varían (USD/ha)	Costos que varían marginales (USD/ha)	Beneficios netos (USD/ha)	Beneficios netos marginales (USD/ha)	Tasa de retorno marginal (%)
T3	0		2288		
		266		27	10
T1	266		2315		
		1		28	2805
T2	267		2343		

V. DISCUSIÓN

En la evaluación realizada la variable altura de la planta del hijo sucesivo al final de la prueba, mostró a los tratamientos 2 (con 248,43 cm) y el 1 (con 240,57 cm), ambos con aplicación de sustancias nutritivas a través de la técnica de inyección, resultaron superiores al tratamiento testigo. Este resultado coincide con **(Urban, 2014)**, que en investigación realizada en el empalme, con inyección de nutrientes en banano variedad William, obtuvo mejor altura de la planta con el tratamiento que se le inyectó los nutrientes. También (Gallo, 2010), coincide con los resultados, al lograr mejoras en las características agronómicas en investigación realizada con inyección de nutrientes en el pseudotallo.

Según los datos observados en la variable perímetro del pseudotallo, al final de la investigación, se observa al tratamiento 2 (con 71,83 cm) y el 1 (con 67,83 cm) que son superiores estadísticamente al tratamiento 3 (con 60,74 cm). Este resultado no coincide con **(López, 2014)**, quien no halló diferencias en las características agronómicas del banano al inyectársele nutrientes. Si coincidió con **(Urban, 2014)**, que en investigación, con inyección de nutrientes en banano variedad William, obtuvo mayor perímetro del pseudotallo en el tratamiento que se le inyectó los nutrientes.

Según el análisis económico con el presupuesto parcial, se determinó que el mejor beneficio bruto lo presentó el tratamiento dos, con 2610 USD/hectárea y el menor fue para el tratamiento tres, con 2288 USD/hectárea. De acuerdo al mismo análisis, en los costos variables el tratamiento dos, fue el más elevado con un costo de 267 USD/ha y el más económico correspondió al tratamiento tres, con cero USD de costo, por ser el tratamiento testigo absoluto y no tener aplicación de fertilizantes. Mientras que el mejor beneficio neto fue para el tratamiento dos con 2343 USD/ha. El pase del tratamiento uno para el dos fue el más alto, con una tasa de retorno marginal de 2805 %.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- Las variables altura de la planta y perímetro del pseudotallo, en el final del ensayo, muestran al tratamiento 1 (Jisamar+ Fulvin+ Jisafol+ New Robust) y al tratamiento 2 (Foska+ Aminocrop+ Humitek combo 320 + Kynetin) con los mejores resultados.
- El tratamiento 2 (Foska+ Aminocrop+ Humitek combo 320+ Kynetin) con 9312 y el tratamiento 1 (Jisamar+ Fulvin+ Jisafol+ New Robust) con 9208 kg/ha fueron los rendimientos más elevados.
- El tratamiento dos (Foska+ Aminocrop+ Humitek combo 320+ Kynetin), fue el más rentable con una tasa de retorno marginal de 2805 %.

Recomendaciones:

- Realizar el mismo estudio en otras zonas, con otras condiciones ambientales y épocas de siembra.
- Repetir la investigación utilizando otros materiales genéticos y otras dosificaciones.

VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la estación seca, desde el mes de junio a diciembre del 2016, en la granja experimental “Vainillo” de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Guayaquil, ubicada en el km 48 de la vía Duran -Tambo, cantón El Triunfo, provincia del Guayas.

Con el objetivo de, Estudiar la respuesta agronómica de las soluciones nutritivas del cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.), a la aplicación de fertilizantes mediante inyección al tallo. Para ello se trazaron los siguientes objetivos específicos: 1) Evaluar agronómicamente el efecto de la aplicación de soluciones nutritivas mediante la inyección en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.) y 2) Realizar un análisis económico de las aplicaciones de fertilización mediante inyección en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.).

Se estudiaron dos alternativas de productos nutricionales, más un tratamiento como testigo absoluto: alternativa a) Jisamar+ Fulvin+ Jisafol (25 ml de cada uno) y New Robust con 0,5 g; alternativa b) Foska Aminocrop+ Humitek combo 320 (25 ml de cada uno) y Kynetin con 0,5 g. Estas mezclas de nutrientes fueron inyectadas en el pseudotallos del plátano.

Para esta investigación se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), constituido por tres tratamientos y diez repeticiones, para un total de 30 unidades experimentales. El análisis estadístico se efectuó con el método análisis de varianza. Mediante la prueba de Duncan al 5% de probabilidades, se procedió a la comparación de las medias de los tratamientos que presentaron diferencias significativas en el análisis de varianza.

Se concluye que: 1) Las variables altura de la planta y perímetro del pseudotallo, en el final del ensayo, muestran al tratamiento 1 (Jisamar+ Fulvin+ Jisafol+ New Robust) y al tratamiento 2 (Foska+ Aminocrop+

Humitek combo 320 + Kynetin) con los mejores resultados, 2) El tratamiento 2 (Foska+ Aminocrop+ Humitek combo 320+ Kynetin) con 9312 y el tratamiento 1 (Jisamar+ Fulvin+ Jisafol+ New Robust) con 9208 kg/ha fueron los rendimientos más elevados, 3) El tratamiento dos (Foska+ Aminocrop+ Humitek combo 320+ Kynetin), fue el más rentable con una tasa de retorno marginal de 2805 %.

VIII. SUMMARY

The present research work was carried out in the dry season, from June to December 2016, in the experimental farm "Vainillo" of the Faculty of Agrarian Sciences of the University of Guayaquil, located at km 48 of the Duran -Tambo road, canton El Triunfo, province of Guayas.

With the aim of studying the agronomic response of nutritional solutions of banana cultivation (*Musa paradisiaca* L.) to the application of fertilizers by injection to the stem. For this purpose, the following specific objectives were drawn: 1) Agronomically evaluate the effect of the application of nutritive solutions by injection in banana cultivation (*Musa paradisiaca* L.) and 2) Carry out an economic analysis of the applications of fertilization by injection in banana cultivation(*Musa paradisiaca* L.).

Two alternatives of nutritional products were studied, plus one treatment as an absolute control: alternative to Jisamar+ Fulvin+ Jisafol (25 ml of each) and New Robust with 0,5 g; Alternative b) Foska+ Aminocrop+, Humitek combo 320 (25 ml each) and Kynetin with 0,5 g. These mixtures of nutrients were injected into the banana pseudotallos.

For this research, the randomized complete block design (DBCA), consisting of three treatments and ten replicates, was used for a total of 30 experimental units. Statistical analysis was performed using the analysis of variance method. Using the Duncan test at 5 % probability, we compared the means of the treatments that presented significant differences in the analysis of variance.

It was concluded that: 1) The plant height and perimeter variables of the pseudotallo at the end of the trial show treatment 1 (Jisamar+ Fulvin+ Jisafol+ New Robust) and treatment 2 (Foska+ Aminocrop+ Humitek combo 320+ Kynetin) with the best The treatment (Foska+ Aminocrop+ Humitek combo 320+ Kynetin) with 9312 and treatment 1 (Jisamar+ Fulvin+ Jisafol+ New Robust) with 9208 kg / ha were the highest yields, 3) The treatment

2(Foska+ Aminocrop+ Humitek combo320+ Kynetin), was the most profitable with a marginal rate of return of 2805%.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- ARRAYA. 2008.** Agrocadena del plátano. *arraya*, 25 p.
- CEDAF. 2000.** Cultivo de plátano (2da edición). *CEDAF*, 11 p.
- CHEMONICS. s.f.** *Programa del desarrollo del cultivo de plátano.* de <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01C965gp.pdf>
- CIMMYT. 1988.** La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Edición completamente revisada. México, MX, 78 p.
- Cruz, DI. 2014.** *Morfología y taxonomía del plátano.* de <http://importanciaybeneficiosdelplatano.blogspot.com/2014/06/taxonomia-y-morfologia-del-platano.html>
- Del Monte s.f.** ROBUST, Regulador de crecimiento agrícola, Ficha Técnica del producto. de <https://dl.dropboxusercontent.com/u/21902400/fichas%20tecnicas/FICHAS%20TECNICAS%20REG%20DEL%20CREC%20PDF/0803%20Ficha%20T%C3%A9cnica%20ROBUST.pdf>
- Di Rienzo JA., Casanoves F., Balzarini MG., Gonzalez L., Tablada M., Robledo CW. 2016.** Softwear del Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- EAFIT. 2010.** Una inyección adios plaga. de http://www.eafit.edu.co/EafitCn/Noticias/inyeccion_adios_plagas.htm
- ECURED. 2016.** *Plátano.* de <http://www.ecured.cu/Pl%C3%A1tano>
- FAO. 2002.** *Los fertilizantes y su uso.* de <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01C965gp.pdf>
- Gallo, 2010.** Productos inyectables. Hacienda. La Gordita. (20 diapositivas).
- GPS. 2016.** *Coordenadas geográficas en google maps.* de <http://www.coordenadas-gps.com/>

INAMHI. 2015. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador.
de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/>

INFOAGRO. s.f. *Cultivo del plátano.* primera parte. de
http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/platano.htm

INIAP. 2014. *Innovaciones tecnológicas en el cultivo de plátano.* de
<http://www.iniap.gob.ec/web/iniap-realizo-el-segundo-modulo-del-taller-innovaciones-tecnologicas-en-el-cultivo-de-platano/>

JISA s.f.(c). Agronutrientes. Jisafol N-Control. Jisafol 20-20-20.
Jisafol 12-4-6. de <http://www.fertilizantesyabonos.com/abonos-foliares/>

JISA. s.f.(a). Agronutrientes. JISAMAR. de
<http://www.fertilizantesyabonos.com/jisamar/>

JISA. s.f.(b). Agronutrientes. FULVIN 40 -22. de
<http://www.fertilizantesyabonos.com/english/fulvin-40-22>

LA HORA. 2016. Plátano enfrenta nuevos retos. de:
http://lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1000171560/-1/El_cultivo_de_pl%C3%A1tano_enfrenta_nuevos_retos.html#.V1CaaTV97IU

Lignoquim s.f. (a). FOSKA Líquido. Nutrir es Vida: Complejo Orgánicos Agrícolas. de <http://www.lignoquim.com.ec/index.php/productos-todos/promotor-e-inductor/ad/foska,52>

Lignoquim s.f. (b). AMINOCROP S-L. Nutrir es Vida: Complejo Orgánicos Agrícolas. de <http://www.lignoquim.com.ec/index.php/productos-todos/complejos-organicos-a-partir-de-aminoacidos/ad/aminocrop-sl,55>

López G, AL. 2014. Estudio comparativo de dos alternativas nutricionales inyectadas en plantas de banano (*Musa AAA*) en el cantón Milagro, provincia del Guayas. Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Guayaquil.

MAG. s.f. Aspectos tecnológicos del plátano. *mag*, 01.

MAGAP. 2016. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.
Boletines agroeconómicos. Boletín de precios al productor - Zona 6. de
<http://sinagap.agricultura>.

PROECUADOR. 2015. Análisis sectorial del plátano. pp. 5- 6.

Punto verde s.f. KINETIN. de
<http://www.puntoverde.com.ec/productos/fertilizantes-y-afines/68.html>

Urban V, NW. 2014. Aplicación de soluciones nutritivas inyectadas y en drench más la adición de leonardita en el cultivo de banano (*Musa AAA.*) variedad Williams. Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Guayaquil.

ANEXOS

Cuadro 1A. Datos sobre la variable altura de la planta del hijo sucesivo, en centímetros, obtenidos en el inicio del experimento “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	133,40	128,60	156,00
2	146,10	121,50	145,90
3	143,00	138,50	117,50
4	129,70	141,50	147,50
5	131,50	151,30	144,10
6	118,70	128,50	128,50
7	124,30	179,10	132,00
8	130,60	157,60	157,20
9	141,00	139,00	134,30
10	135,00	128,00	140,00
$\bar{X}$	133,33	141,36	140,30

Cuadro 2A. Análisis de varianza de la variable altura de plantadel hijo sucesivo en el inicio del experimento.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F “C”		Pr<F
Repetición	9	1755,56	195,06	0,94	N.S.	0,4031
Tratamientos	2	3296,69	1648,4	7,93	N.S.	0,7476
E. Experimental	18	3739,90	207,77			
Total	29	8792,15				
$\bar{X}$	138,33					
C.V. (%)	10,2					

* Significativo al 5 % de probabilidades.

** Muy significativo al 1 % de probabilidades.

N.S. No significativo.

Cuadro 3A. Datos sobre la variable altura de planta del hijo sucesivo, en centímetros, obtenidos en el final del experimento “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	239,7	237,6	227,2
2	218,4	259,1	200,9
3	226,8	260,0	215,4
4	259,9	254,2	208,6
5	235,1	221,3	235,1
6	264,2	270,1	231,0
7	225,3	233,3	242,6
8	247,5	247,8	218,7
9	255,8	253,4	224,8
10	233,0	247,5	229,0
$\bar{X}$	240,57	248,43	223,33

Cuadro 4A. Análisis de varianza de la variable altura de la planta del hijo sucesivo al final del experimento.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F “C”	Pr<F	
Repetición	9	1150,62	127,85	0,64	N.S.	0,5168
Tratamientos	2	380,62	190,31	0,96	**	0,0034
E. Experimental	18	3582,67	199,04			
Total	29	5113,9				
$\bar{X}$	237,44					
C.V. (%)	6,07					

* Significativo al 5 % de probabilidades. N.S. No significativo.
 ** Muy significativo al 1 % de probabilidades.

Cuadro 5A. Datos sobre la variable perímetro del pseudotallo, en centímetros, obtenidos en el inicio del experimento “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	13,20	17,00	14,70
2	18,60	18,30	17,50
3	17,40	16,10	15,80
4	18,70	17,40	14,30
5	17,00	19,60	16,40
6	16,40	15,80	15,20
7	15,80	17,90	18,60
8	18,00	18,70	17,90
9	16,20	16,70	13,60
10	17,70	14,30	14,00
$\bar{X}$	16,90	17,18	15,80

Cuadro 6A. Análisis de varianza de la variable perímetro del pseudotallo en el inicio del experimento.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F “C”	Pr<F	
Repetición	9	38,78	4,31	2,27	N.S.	0,0660
Tratamientos	2	10,64	5,32	2,81	N.S.	0,0868
E. Experimental	18	34,12	1,9			
Total	29	83,54				
$\bar{X}$	16,63					
C.V. (%)	8,28					

* Significativo al 5 % de probabilidades. N.S. No significativo.
 ** Muy significativo al 1 % de probabilidades.

Cuadro 7A. Datos sobre la variable perímetro del pseudotallo, en centímetros, obtenidos en el final del experimento “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	61,3	69,0	64,0
2	63,0	79,7	60,0
3	68,0	74,0	60,3
4	71,0	67,0	57,0
5	74,0	69,0	63,0
6	63,0	77,3	62,0
7	68,0	74,0	61,3
8	71,0	67,0	58,4
9	68,0	74,3	62,4
10	71,0	67,0	59,0
$\bar{X}$	67,83	71,83	60,74

Cuadro 8A. Análisis de varianza de la variable perímetro del pseudotallo en el final del experimento.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F “C”	Pr<F	
Repetición	9	54,9	6,1	0,32	N.S.	0,9562
Tratamientos	2	630,85	315,43	16,71	**	0,0001
E. Experimental	18	339,71	18,87			
Total	29	1025,46				
$\bar{X}$	66,80					
C.V. (%)	6,5					

* Significativo al 5 % de probabilidades.

N.S. No significativo.

** Muy significativo al 1 % de probabilidades.

Cuadro 9A. Datos sobre la variable peso del racimo, en kilogramos, obtenidos en el momento de la cosecha “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	13,20	11,10	11,50
2	11,40	13,70	12,40
3	10,70	12,40	11,90
4	11,10	11,60	13,00
5	12,00	12,87	12,40
6	12,80	13,00	10,70
7	11,80	12,10	11,20
8	10,90	10,80	12,20
9	13,10	11,90	11,40
10	12,50	12,30	12,00
$\bar{X}$	11,95	12,18	11,87

Cuadro 10A. Análisis de la varianza de la variable peso del racimo.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F “C”	Pr<F	
Repetición	9	3,75	0,42	0,5	N.S.	0,8558
Tratamientos	2	0,51	0,25	0,3	N.S.	0,7417
E. Experimental	18	15,03	0,83			
Total	29	19,29				
$\bar{X}$	12,00					
C.V. (%)	7,61					

Cuadro 11A. Datos sobre la variable número de manos por racimo, obtenidos en el experimento “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	8	6	6
2	6	9	8
3	9	7	8
4	7	6	9
5	6	8	6
6	9	9	7
7	7	10	6
8	8	7	8
9	7	9	7
10	9	8	8
$\bar{X}$	7,6	7,9	7,3

Cuadro 12A. Análisis de la varianza de la variable número de manos por racimo.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F “C”	Pr<F	
Repetición	9	9,2	1,02	0,61	N.S.	0,7737
Tratamientos	2	1,8	0,9	0,54	N.S.	0,5939
E. Experimental	18	30,20	1,68			
Total	29	41,2				
$\bar{X}$	7,6					
C.V. (%)	17,04					

* Significativo al 5 % de probabilidades.

** Muy significativo al 1 % de probabilidades.

N.S. No significativo.

Cuadro 13A. Datos sobre la variable porcentaje de rechazo, obtenidos en el experimento “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	0,20	0,19	0,18
2	0,17	0,21	0,22
3	0,19	0,20	0,19
4	0,23	0,22	0,23
5	0,16	0,16	0,18
6	0,23	0,21	0,20
7	0,17	0,19	0,21
8	0,15	0,23	0,16
9	0,18	0,15	0,18
10	0,22	0,21	0,22
$\bar{X}$	0,19	0,20	0,20

Cuadro 14A. Análisis de la varianza de la variable porcentaje de rechazo.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F “C”		Pr<F
Repetición	9	0,0106	0,0012	2,87	*	0,0274
Tratamientos	2	0,0003	0,0002	0,40	N.S.	0,6781
E. Experimental	18	0,0074	0,0004			
Total	29	0,0183				
$\bar{X}$	0,19					
C.V. (%)	10,42					

* Significativo al 5 % de probabilidades.

** Muy significativo al 1 % de probabilidades.

N.S. No significativo.

Cuadro 15A. Datos sobre la variable ratio, obtenidos en el experimento “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	1,72	2,02	1,92
2	1,92	1,68	1,88
3	2,09	1,83	1,88
4	2,12	2,00	1,81
5	1,80	1,68	1,78
6	1,84	1,77	2,12
7	1,85	1,85	2,05
8	1,96	2,18	1,77
9	1,69	1,79	1,94
10	1,86	1,87	1,94
$\bar{X}$	1,88	1,87	1,91

Cuadro 16A. Análisis de la varianza de la variable ratio.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F “C”	Pr<F	
Repetición	9	0,140	0,02	0,73	N.S.	0,6759
Tratamientos	2	0,010	0,00	0,21	N.S.	0,8127
E. Experimental	18	0,380	0,02			
Total	29	0,530				
$\bar{X}$	1,89					
C.V. (%)	7,71					

* Significativo al 5 % de probabilidades.

N.S. No significativo.

** Muy significativo al 1 % de probabilidades.

Cuadro 17A. Datos sobre la variable longitud del dedo, en centímetros, obtenidos en el experimento “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	19	16	16
2	16	19	17
3	18	18	18
4	17	17	19
5	20	19	18
6	18	17	16
7	17	18	16
8	16	15	17
9	18	16	19
10	16	18	16
$\bar{X}$	17,5	17,3	17,2

Cuadro 18A. Análisis de la varianza de la variable longitud del dedo.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F “C”	Pr<F	
Repetición	9	18,00	2,00	1,28	N.S.	0,3139
Tratamientos	2	0,47	0,23	0,15	N.S.	0,8627
E. Experimental	18	28,20	1,57			
Total	29	46,67				
$\bar{X}$	17,33					
C.V. (%)	7,22					

* Significativo al 5 % de probabilidades.

N.S. No significativo.

** Muy significativo al 1 % de probabilidades.

Cuadro 19A. Datos sobre la variable calibre del fruto, en grados, obtenidos en el experimento “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	40	42	39
2	39	40	41
3	38	41	38
4	40	38	40
5	42	42	39
6	38	40	42
7	42	41	40
8	40	39	39
9	41	43	38
10	43	40	40
$\bar{X}$	40,3	40,6	39,6

Cuadro 20A. Análisis de la varianza de la variable calibre del fruto.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F “C”	Pr<F	
Repetición	9	15,50	1,72	0,68	N.S.	0,7151
Tratamientos	2	5,27	2,63	1,04	N.S.	0,3724
E. Experimental	18	45,40	2,52			
Total	29	66,17				
$\bar{X}$	40,17					
C.V. (%)	3,95					

* Significativo al 5 % de probabilidades.

N.S. No significativo.

** Muy significativo al 1 % de probabilidades.

Cuadro 21A. Datos sobre la variable rendimiento, en kg/ha, obtenidos en el experimento “Validación de alternativas de soluciones nutritivas en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.)”, en el cantón El Triunfo, provincia del Guayas, Universidad de Guayaquil, 2016.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	1	2	3
1	10053	9596	8820
2	8559	10292	7917
3	8080	8712	8780
4	9008	9383	10226
5	10303	9777	9629
6	8287	7334	8009
7	8251	9324	9282
8	9444	9331	9251
9	8259	7581	8020
10	8137	9596	8820
$\bar{X}$	9208	9312	8164

Cuadro 22A. Análisis de la varianza de la variable rendimiento.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F “C”	Pr<F	
Repetición	9	3297474,03	366386	0,810	N.S.	0,6139
Tratamientos	2	8061923,45	4030962	8,908	**	0,0020
E. Experimental	18	8145122,25	452507			
Total	29	19504519,72				
$\bar{X}$	8895					
C.V. (%)	7,56					

* Significativo al 5 % de probabilidades.

N.S. No significativo.

** Muy significativo al 1 % de probabilidades.

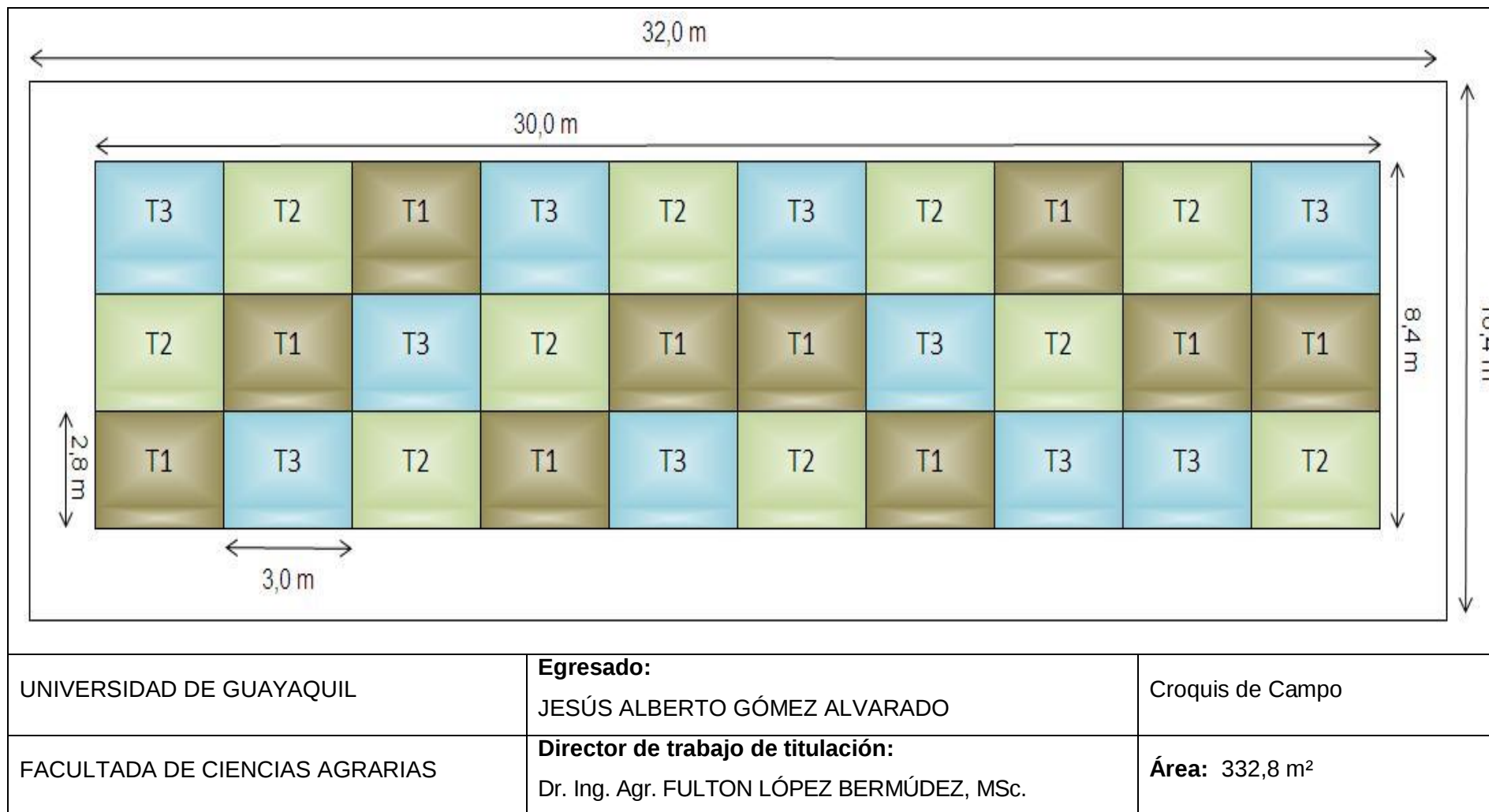


Figura 1A. Croquis de campo del ensayo.



Figura 2A. Autor en el inicio del experimento en el plátano.



Figura 3A. Realizando labores culturales para el buen desempeño de la investigación.



Figura 4A. Visita del Dr. Ing. Fulton López Bermúdez MSc. Director del Trabajo de Titulación y el Autor.



Figura 5A. Autor de la tesis junto al Dr. Ing. Fulton López Bermúdez MSc. y la QF. Martha Mora Gutiérrez MSc. en el área de la investigación.



Figura 6A. Visita al experimento del Decano Ing. Agr. Carlos Becilla MSc., el Director Dr. Ing. Fulton López Bermúdez MSc. y el Ing. Carlos Ramírez Aguirre MSc. Miembro examinador.



Figura 7A. El autor en las labores de riego del cultivo estudiado.



Figura 8A. Autor inyectando los nutrientes en el pseudotallo del plátano.



Figura 9A. Acción en la que el autor cumple con la fertilización inyectada en el pseudotallo de la planta.



Figura 10A. Autor midiendo diámetro del fruto.



Figura 11A. Realizando el corte del racimo.



Figura 12A Autor pesando racimo cosechado.



Figura 13A. Dispositivo utilizado para inyectar los nutrientes en la planta de plátano en la investigación.