



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Sede Santo Domingo

DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADOS
MAESTRÍA EN NUTRICIÓN VEGETAL

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CONVENCIONAL Y ORGÁNICA EN EL
RENDIMIENTO DE FRUTA Y EN LA EVOLUCIÓN DE LA MACROFAUNA
EDÁFICA DEL CULTIVO DE PLÁTANO**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el
Grado de Magíster en Nutrición Vegetal

Autor:

Marcelo de Jesús Patiño Cabrera

Director de Tesis:

JOSÉ ESPINOSA MARROQUÍN, Ph.D.

Santo Domingo – Ecuador

Mayo, 2015

TEMA DE TESIS
EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CONVENCIONAL Y ORGÁNICA EN EL
RENDIMIENTO DE FRUTA Y EN LA EVOLUCIÓN DE LA MACROFAUNA
EDÁFICA DEL CULTIVO DE PLÁTANO

JOSÉ ESPINOSA MARROQUÍN Ph.D.
DIRECTOR DE TESIS

APROBADO

LUZ MARIA MARTINEZ BUÑAY M.Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

EDISON GASTON SILVA CIFUENTES Ph.D.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

FRANCISCO ARTURO MITE VIVAR M.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo, 8 de mayo de 2015

CERTIFICACIÓN DEL ESTUDIANTE DE AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo, Marcelo de Jesús Patiño Cabrera, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado para ningún grado o calificación profesional.

Además; y, que de acuerdo a la Ley de propiedad intelectual, el presente Trabajo de Investigación pertenecen todos los derechos a la Universidad Tecnológica Equinoccial, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Marcelo de Jesús Patiño Cabrera

C.I. 1708421605

INFORME DE APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

APROBACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de Director del Trabajo de Grado presentado por el señor Marcelo de Jesús Patiño Cabrera, previo a la obtención del Grado de Magíster en Nutrición Vegetal, considero que dicho Trabajo reúne los requisitos y disposiciones emitidas por la Universidad Tecnológica Equinoccial por medio de la Dirección General de Posgrado para ser sometido a la evaluación por parte del Tribunal examinador que se designe.

En la Ciudad de Quito, a los 8 días del mes de mayo del 2015

José Espinosa Marroquín Ph.D.

C.I. 1702496389

Dedicatoria

A mi esposa Miriam Natividad

A mi hija Nathaly Marcela

Marcelo de Jesús Patiño Cabrera

Agradecimiento

A la Universidad Tecnológica Equinoccial promotora del desarrollo tecnológico, con propuestas innovadoras y de alta calidad académica.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP-Pichilingue a través del Líder del Departamento de Manejo de Suelos Aguas M.Sc. Francisco Mite por su valioso aporte con el análisis químico y físico de suelos y el análisis químico de tejidos en el cultivo de plátano.

A la Escuela Politécnica del Ejército ESPE-Santo Domingo por haber permitido investigar en los predios de la Universidad.

A todos los Docentes del Programa en Nutrición Vegetal, y muy especialmente al Doctor José Espinosa por su dirección técnica, científica y académica, mi reconocimiento y gratitud.

Al ingeniero Miguel Ángel Ulloa propietario del rancho San Miguel, quien con su contingente humano, físico y profesional aportó valiosamente a la investigación en el sector de El Carmen.

Al Doctor Santiago Miguel Ulloa Cortázar, entusiasta investigador y promotor del proyecto en cultivo de plátano.

Al ingeniero Vinicio Uday Patiño, Biometrista de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-Santo Domingo.

Marcelo de Jesús Patiño Cabrera

RESUMEN

Este experimento se realizó durante 16 meses (2012-2013) en dos localidades de la región cuatro del Ecuador, en el rancho San Miguel, cantón El Carmen en la provincia de Manabí y en la Hda. Zoila Luz, Parroquia Luz de América, cantón Santo Domingo provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Los objetivos fueron evaluar el efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el rendimiento de fruta y el efecto de la macrofauna edáfica en el cultivo de plátano, siendo necesario determinar la respuesta en términos de rendimiento de fruta, sin aplicación de N para determinar de esta forma el aporte del N proveniente del suelo. Se trabajó con plantas meristemáticas de la Variedad Curaré enano. Se utilizó un Diseño de Bloque Completos al Azar (DBCA) con 10 tratamientos y tres repeticiones, para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5 %. Fueron empleados como fuente de fertilizantes inorgánicos: urea, cloruro de potasio, fosfato di-amónico, súper fosfato simple, KMag y fertilizante orgánico sólido. Los tratamientos fueron T1 sin fertilización nitrogenada; T2 60, T3 120, T4 180 y T5 con 240 kg ha⁻¹ de N; T6, T7, T8 con 1, 2 y 3 kg de fertilizante orgánico sólido planta⁻¹; T9 mezcla de T3+T6; T10 mezcla de T2+T7. Se consiguió como resultado que la aplicación de N aceleró el tiempo a la floración en 35 días, así como el uso de la fuente orgánica de nitrógeno no tuvo el mismo efecto que la inorgánica sobre el rendimiento y la acumulación final de nitrógeno en racimos y fruta. La aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos no influyó en la densidad y biomasa de los organismos en el suelo.

Descriptores: *Musa* AAB, variedad, Curaré enano, fertilizante inorgánico, fertilizante orgánico, absorción de N.

ABSTRACT

This experiment was performed over a 16 month period (2012-2013) in two localities located in the region Four of Ecuador: Rancho San Miguel, canton El Carmen, province of Manabí, and Luz de America, canton Santo Domingo, province of Santo Domingo de los Tsáchilas. The objectives were to evaluate the effect of organic and inorganic fertilization on the yield of plantain fruit, and the effects of edaphic macrofauna on plantain productivity. Nitrogen was not applied so that the effects of soil nitrogen on fruit yield could be determined. This study used the dwarf Curaré variety, a randomized complete block statistical design was used, with 10 treatments and three replications, and for mean comparison Tukey test at 5 %. The following sources of inorganic fertilizers were used: urea, potassium chloride, di-ammonium phosphate, simple super phosphate treatments, KMag, and organic fertilizer. Treatments were: T1 without N fertilizer; T2, 60; T3, 120; T4, 180; T5, 240 kg ha⁻¹ nitrogen; T6, T7, T8 with 1, 2, and 3 kg of solid organic fertilizer; T9, mixture of T3+T6; T10, mixture of T2+T7. Application of N accelerated time to flowering in 35 days. The use of organics sources of N did not have the same effect than the inorganics on performance and final accumulation of nitrogen in clusters and fruit. The application of organic and inorganic fertilizers did not influence the density and biomass of these organisms in the soil.

Key words: *Musa* AAB, variety, dwarf Curaré, fertilizer inorganic, fertilizer organic, nitrogen absorption.

ÍNDICE GENERAL

PÁGINAS PRELIMINARES	i
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II	3
REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Fundamentaciones	5
2.2.1. Siembra de plátano en altas densidades	5
2.2.2. Épocas de fertilización de plátano	5
2.2.3. Nutrientes minerales	6
2.2.4. Adquisición y fuentes de nutrientes para las plantas	6
2.2.4.1. Ventajas de los fertilizantes químicos	7
2.2.4.2. Desventajas de los fertilizantes químicos	7
2.2.4.3. Ventajas de los fertilizantes orgánicos	8
2.2.4.4. Desventajas de los fertilizantes orgánicos	8
2.2.5. Manejo de nutrientes	8
2.2.6. Eficiencia y efectividad de los nutrientes	9
2.2.7. Macro-organismos invertebrados	10
CAPÍTULO III.	12
MATERIALES Y METODOS	12
3.1. Sitio del estudio	12
3.2. Factores, tratamientos, diseño experimental y variables en estudio	12
3.2.1. Factor en estudio y tratamientos	12
3.2.2. Características del área experimental	13
3.2.3. Diseño experimental	13

3.2.4. Variables en estudio	15
3.3. Manejo agronómico del experimento	17
3.3.1. Establecimiento del cultivo	17
3.3.2. Manejo del ensayo	21
CAPÍTULO IV	23
RESULTADOS	23
4.1. Altura de planta	23
4.2. Diámetro del pseudotallo	25
4.3. Días a la floración	26
4.4. Número de hojas funcionales a la cosecha	28
4.5. Peso de dedos	29
4.6. Longitud y número de dedos	31
4.7. Peso de racimo	31
4.8. Producción de fruta	32
4.9. Materia seca del raquis	34
4.10. Materia seca de la fruta	34
4.11. Eficiencia agronómica de nitrógeno	36
4.12 Extracción de nutrientes	40
4.12. 1. Nitrógeno	41
4.12. 2. Fósforo	41
4.12.3. Potasio	41
4.12.4. Calcio	42
4.12.5. Magnesio	42
4.12.6. Azufre	42
4.13. Macrofauna	47
CAPÍTULO V	55

CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	56
CAPÍTULO VI	57
BIBLIOGRAFÍA	57
ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Definiciones de la eficiencia de N.	10
Tabla 3.1. Características de las zonas de estudio.	12
Tabla 3.2. Tratamientos evaluados en el experimento para las dos localidades.	13
Tabla 3.3. Características del área experimental.	13
Tabla 3.4. Descripción del análisis de varianza (ADEVA) utilizado en las dos localidades.	14
Tabla 3.5. Descripción del ADEVA del experimento combinado entre localidades.	15
Tabla 3.6. Contenido de nutrientes del abono orgánico utilizado en la investigación.	19
Tabla 3.7. Descripción de las cantidades de fertilizante utilizados en el experimento.	20
Tabla 4.1. Cálculo de la Eficiencia Agronómica de Nitrógeno para la producción de fruta del plátano Curaré enano en Zoila Luz, Santo Domingo de los Tsáchilas.	37
Tabla 4.2. Cálculo de la Eficiencia Agronómica de Nitrógeno para la producción de racimos del plátano Curaré enano en Zoila Luz, Santo Domingo de los Tsáchilas.	38
Tabla 4.3. Comparación de la absorción de macroelementos en el raquis de plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América provincia de los Tsáchilas y El Carmen provincia de Manabí.	43
Tabla 4.4. Comparación de la absorción de macroelementos en la fruta de plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América provincia de los Tsáchilas y El Carmen provincia de Manabí.	44
Tabla 4.5. Comparación de la absorción de microelementos en el raquis de plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América provincia de los Tsáchilas y El Carmen provincia de Manabí.	45
Tabla 4.6. Comparación de la absorción de microelementos en el fruto de plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América provincia de los Tsáchilas y El Carmen provincia de Manabí.	46
Tabla 4.7. Parámetros descriptivos de los diferentes grupos taxonómicos de la macrofauna a diferentes profundidades del suelo a la siembra del cultivo de	49

plátano en Zoila Luz, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen provincia de Manabí.

Tabla 4.8. Parámetros descriptivos de los diferentes grupos taxonómicos de la macrofauna a diferentes profundidades del suelo a los cuatro meses de la siembra del cultivo de plátano en Zoila Luz, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen provincia de Manabí. 50

Tabla 4.9. Parámetros descriptivos de los diferentes grupos taxonómicos de la macrofauna a diferentes profundidades del suelo a los ocho meses de la siembra del cultivo de plátano en Zoila Luz, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen provincia de Manabí. 51

Tabla 4.10. Efecto de la fertilización convencional y orgánica en la densidad poblacional m^{-2} y biomasa $g m^{-2}$ de la macrofauna existente en el suelo a diferentes profundidades, a la siembra en el cultivo de plátano en Zoila Luz, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen provincia de Manabí. 52

Tabla 4.11. Efecto de la fertilización convencional y orgánica en la densidad poblacional m^{-2} y biomasa $g m^{-2}$ de la macrofauna existente en el suelo a diferentes profundidades, a los cuatro meses de la siembra en el cultivo de plátano en Zoila Luz, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen provincia de Manabí. 53

Tabla 4.12. Efecto de la fertilización convencional y orgánica en la densidad poblacional m^{-2} y biomasa $g m^{-2}$ de la macrofauna existente en el suelo a diferentes profundidades, a los ocho meses de siembra del cultivo de plátano en Zoila Luz, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen provincia de Manabí. 54

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 4.1. Comparación del efecto de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) independientes y en mezcla, en la altura de la planta de plátano Curaré enano al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. 24
- Figura 4.2. Comparación del efecto combinado de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) independientes y en mezcla, en la altura de la planta de plátano Curaré enano al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen provincia de Manabí. 24
- Figura 4.3. Comparación del efecto combinado de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en el diámetro del pseudotallo de plátano Curaré enano al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen, provincia de Manabí. 25
- Figura 4.4. Comparación del efecto de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en el tiempo de floración del plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. 27
- Figura 4.5. Comparación del efecto de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en el tiempo de floración del plátano Curaré enano en Andisoles de El Carmen, provincia de Manabí. 27
- Figura 4.6. Comparación del efecto combinado de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en el tiempo de floración de plátano Curaré enano al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen, provincia de Manabí. 28
- Figura 4.7. Comparación del efecto combinado de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en el número de hojas de plátano Curaré enano de fuentes minerales de floración del plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Manabí. 29
- Figura 4.8. Comparación del efecto de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en el peso de los dedos de plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. 30
- Figura 4.9. Comparación del efecto combinado de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en el peso de los dedos de plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, y El Carmen, provincia de Manabí. 30

- Figura 4.10. Comparación del efecto de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en el peso de racimo de plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. 32
- Figura 4.11. Comparación del efecto combinado de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en el peso de racimo de plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, y El Carmen, provincia de Manabí. 32
- Figura 4.12. Comparación del efecto de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en la producción de fruta de plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. 33
- Figura 4.13. Comparación del efecto combinado de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en la producción de fruta de plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen provincia de Manabí. 34
- Figura 4.14. Comparación del efecto de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en la producción de materia seca de la fruta de plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. 35
- Figura 4.15. Comparación del efecto combinado de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en materia seca de la fruta de plátano Curaré enano de los Tsáchilas y El Carmen provincia de Manabí. 35
- Figura 4.16. Efecto de la fertilización nitrogenada con fuentes minerales de nitrógeno en el rendimiento de fruta y en la Eficiencia Agronómica del plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. 38
- Figura 4.17. Efecto de la fertilización nitrogenada con fuentes minerales de nitrógeno en el rendimiento de racimos y en la Eficiencia Agronómica del plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. 39

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelo de la localidad El Carmen	63
Anexo 2. Análisis de suelo de la localidad Luz de América	64
Anexo 3. Análisis de varianza en la altura de planta de plátano Curaré enano al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.	65
Anexo 4. Análisis de varianza en la altura de planta de plátano Curaré enano al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de El Carmen provincia de Manabí.	65
Anexo 5. Análisis de varianza en la altura de planta de plátano Curaré enano al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen provincia de Manabí.	66
Anexo 6. Análisis de varianza en el diámetro del pseudotallo de plátano Curaré enano al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen provincia de Manabí.	67
Anexo 7. Análisis de varianza a la floración del plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.	68
Anexo 8. Análisis de varianza a la floración del plátano Curaré enano en Andisoles de El Carmen provincia de Manabí.	69
Anexo 9. Análisis de varianza a la floración de plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen provincia de Manabí.	70
Anexo 10. Análisis de varianza en el número de hojas del plátano Curaré enano al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.	71
Anexo 11. Análisis de varianza en el número de hojas de plátano Curaré enano al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen provincia de Manabí.	72
Anexo 12. Análisis de varianza en el peso de dedos del plátano Curaré enano al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.	73
Anexo 13. Análisis de varianza en el peso de dedos de plátano Curaré enano al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen provincia de Manabí.	74
Anexo 14. Análisis de varianza en el peso de racimo del plátano Curaré enano al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América provincia	75

de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Anexo 15. Análisis de varianza en el peso de racimo de plátano Curaré enano al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen provincia de Manabí. 76

Anexo 16. Análisis de varianza en el peso de la fruta de plátano Curaré enano al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. 77

Anexo 17. Análisis de varianza en el peso de la fruta de plátano Curaré enano al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen provincia de Manabí. 78

Anexo 18. Análisis de varianza en la materia seca de la fruta del plátano Curaré enano al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. 79

Anexo 19. Análisis de varianza en la materia seca de la fruta de plátano Curaré enano al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen provincia de Manabí. 80

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

Las condiciones agro-climáticas de las zonas tropicales del Ecuador son ideales para la producción de plátano. Estas condiciones permiten mantener producción constante de fruta durante todo el año. Debido a la calidad de la fruta, la mayor parte de su producción se destina a la exportación, lo que ha convertido al país en el primer exportador de fruta fresca de plátano del mundo, con destino principalmente a la Unión Europea. Por estas razones, el cultivo de plátano es una importante fuente de ingresos económicos para pequeños y medianos productores (Grupo JEPROL, 2014).

Según el Sistema de Información Nacional del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (SINAGAP), en el año 2013, Ecuador tuvo una superficie de 139 000 ha sembradas con plátano. La zona de mayor producción estuvo ubicada en la provincia de Manabí con 40 078 ha (29%), seguida por las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas con 16 812 ha (12%) y Esmeraldas con 13 467 ha (10%) (SINAGAP, 2014). La producción de plátano barraganete para exportación en el país está en manos de alrededor de 7000 agricultores, la mayoría con propiedades de 4 a 8 ha. Solamente en El Carmen esta actividad genera empleo directo para 140 000 personas (FENAPROPE, 2011).

A pesar de ser el primer exportador mundial de plátano, la producción promedio de fruta de Ecuador es muy baja en relación al potencial de producción que el agro-eco-clima permite. En el año 2012, las áreas sembradas de plátano produjeron 560 000 t, lo que corresponde a un rendimiento promedio de 6 t ha^{-1} (SINAGAP, 2014), por debajo de la producción promedio de Colombia que es de 8 t ha^{-1} (Piedraita, 2012). Este bajo rendimiento es producto de la forma tradicional de producción de plátano en Ecuador, debido a que los productores no han incorporado la tecnología existente en las prácticas normales de cultivo de esta fruta. Por ejemplo, muy pocos productores utilizan herramientas de diagnóstico para determinar las necesidades nutricionales del cultivo y las recomendaciones de fertilización se basan en dosis prescritas que tienen poco soporte de investigación de campo y, en consecuencia, son ineficientes (Hernández, Marín & García, 2007).

Los nutrientes a los que más responde el plátano son el nitrógeno (N) y el potasio (K), sin embargo, es consenso general que el N es el nutriente que más limita la producción de esta musácea (Schlesinger, 2009). Por otro lado, se conoce también que el N es responsable de varios problemas ambientales que se derivan del uso excesivo de fertilizantes nitrogenados,

tanto minerales como orgánicos. Los principales problemas ambientales asociados con el alto uso de N son lixiviación y denitrificación del NO_3 y volatilización de gases como N_2O y NH_3 (Schlesinger, 2009; Snyder, Bruulsema, Jensen & Fixen, 2009). Esto hace que el uso de N sea muy ineficiente, eleva el costo de producción e incrementa significativamente el riesgo de contaminación.

Por todas estas razones, se considera que sigue siendo necesario investigar sobre el manejo de N en los cultivos para incrementar su producción y rentabilidad, pero también para evitar los problemas ambientales derivados del uso de este nutriente (García & Dorronsoro, 2000). En el caso del cultivo de plátano en Ecuador, todavía existe la necesidad urgente de mejorar la producción de fruta utilizando eficientemente fertilizantes orgánicos e inorgánicos, tratando también de reducir los riesgos ambientales.

Esta investigación tuvo como objetivo general:

Evaluar el efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el rendimiento de fruta y en el comportamiento de la macro fauna edáfica en el cultivo de plátano.

Y como objetivos específicos:

- Establecer el efecto de la aplicación de fuentes orgánicas e inorgánicas en el rendimiento del cultivo de plátano.
- Evaluar el efecto de la utilización de estas fuentes de nutrientes en la eficiencia de uso de N por el cultivo.
- Determinar su efecto en la dinámica de la macro fauna del suelo cultivado con plátano.

La hipótesis fue que la fertilización orgánica es igual a la fertilización convencional en términos de rendimiento de fruta, en la eficiencia de utilización de N y en la dinámica de la macro fauna del suelo cultivado con plátano.

CAPÍTULO II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

El plátano es un alimento que forma parte de la canasta básica familiar de varios países africanos y latinoamericanos, por esta razón, la mayor parte de la producción se destina al consumo interno, pero en algunos países se generan remanentes que se comercializan en los mercados internacionales. Además, la exportación de plátano es también una actividad que genera empleo y divisas en países de África Central y Occidental, así como en Ecuador, Colombia y Venezuela en América Latina. Uganda es el principal productor de plátano del mundo y Ecuador está dentro de los primeros quince países dedicados a este cultivo (Robinson & Galán, 2011; Roldán, Tejada & Salazar, 2004).

En general, los rendimientos de plátano se han reducido en la mayoría de países productores. Uno de los factores que limita esta producción es la reducción de la fertilidad del suelo disminución que se debe a la degradación de la fertilidad del suelo. Para identificar las limitaciones nutricionales en musáceas es necesario implementar estudios de campo innovadores, que busquen altos rendimientos y mejoren la eficiencia del uso de nutrientes (Espinosa & Mite, 2000; Zake & Bwamiki, 1996).

Una de las alternativas rentables para el productor de plátano es la siembra en altas densidades. Considerándolo como un cultivo de un solo ciclo, los requerimientos nutricionales son mayores comparados a los sistemas tradicionales de manejo del cultivo. La alta densidad de siembra produce mayor rendimiento, pero también extrae alta cantidad de nutrientes del suelo que deben ser repuestos para sostener el rendimiento. Los resultados de investigaciones en las principales zonas plataneras de Colombia indican que la aplicación de N, P y K incrementa el rendimiento apreciablemente. Para ser exitoso, este tipo de manejo del plátano requiere de un manejo adecuado desde la semilla, una apropiada densidad poblacional y una correcta fertilización (Espinosa, Belalcazar, Chacón & Suárez, 1998).

Las curvas de absorción de plátano (*Musa* AAB clon Curaré semi gigante), en experimentos conducidos en Costa Rica, demostraron que la absorción de nutrientes es lenta durante la emisión de las primeras 16 hojas de la planta. A partir de este momento, la planta incrementa la acumulación de nutrientes, lo que coincide con el establecimiento de los hijos y antecede a la diferenciación floral, etapa que ocurre alrededor de la hoja 22. La mayor absorción de nutrientes ocurre entre la hoja 16 y la emergencia de la inflorescencia.

Este comportamiento sugiere un cambio en las prácticas de fertilización que actualmente se realizan en este cultivo (Sancho, 1999).

Un estudio reciente en Costa Rica demostró que la fertilización del plátano cultivar Curaré gigante con N y K en altas densidades (2380 y 2224 plantas ha^{-1} , respectivamente) durante el primer ciclo del cultivo es importante, tanto para el crecimiento como para el rendimiento de fruta. Este estudio encontró diferencias estadísticas para las variables circunferencia y altura del pseudotallo, peso del racimo, número de frutos y manos por racimo, y rendimiento total (Furcal-Beriguete & Baquero-Badilla, 2014).

Otro trabajo conducido en Honduras con Curaré enano para probar el efecto del tamaño de cormo en el crecimiento de la planta, reportó que la mayor altura del pseudotallo fue de 217,2 cm a la semana 50 en el tratamiento proveniente de cormos pequeños (Caballero, 2010), mientras que otro estudio conducido también en Honduras, con el mismo material genético sembrado en altas densidades (4464 pl ha^{-1}) llegó a obtener una altura máxima de 2,60 cm y una circunferencia del pseudotallo 58,3 cm (Amador & López, 2013). En ambos reportes no se presentaron datos de rendimiento.

Se ha demostrado que la fertilización nitrogenada en combinación con una adecuada humedad logra sostener una alta producción de plátano. Uno de éstos es el estudio conducido en México con el cultivar Gran Enano, sembrado en una densidad de 1333 plantas ha^{-1} , que probaron dosis de 75 kg ha^{-1} de P_2O_5 , 220 kg ha^{-1} de K_2O y 300 kg ha^{-1} de N. Se encontró que la interacción entre el N y la humedad logra los mejores rendimientos (Orozco & Pérez, 2006).

Por otro lado, la utilización de fuentes orgánicas de nutrientes como estiércol de ganado en la producción de plátano fue evaluada por agricultores de Uganda. En este manejo también se observó claramente la respuesta a la aplicación de nutrientes, los agricultores que no aplicaron estiércol en sus plantaciones, obtuvieron racimos muy pequeños de solamente 13 kg, en contraste con los que lo aplicaron que consiguieron racimos de hasta 20 kg (Bekunda & Manzy, 2003).

La productividad de los agrosistemas también depende de pequeños invertebrados del suelo que son parte de la denominada macrofauna. Estudios para determinar la diversidad y abundancia de la macrofauna en diferentes sistemas de uso de la tierra en agrosistemas tropicales de Kenya utilizando monolitos de 25 x 25 x 30 cm en capas de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm y 20 a 30 cm del suelo en los cuales muestrearon todos los animales mayores a dos

mm de diámetro. Demostraron que los cambios cuantitativos en diversidad y densidad de comunidades de macrofauna del suelo se producen cuando varios sistemas de uso de la tierra se someten a diferentes niveles de intensificación, los cuales se asocian con las prácticas de manejo de agroquímicos (Ayuke et al., 2009). Sin embargo, estos autores también indican que existe la necesidad de demostrar con mayor claridad cómo los cambios en la diversidad y abundancia de la macrofauna está asociada al uso del suelo.

Reportes de los patrones de distribución de la macrofauna edáfica a nivel mundial indican que la biomasa y la densidad en las comunidades son dominadas por las lombrices de tierra, las termitas y los artrópodos epigeos. Las lombrices de tierra y termes predominaron en la mayor parte de los casos, aunque los termes parecen ser más importantes en ecosistemas africanos y australianos, en los bosques y sabanas y en zonas más áridas (Brown et al., 2001).

2.2.Fundamentación

2.2.1. Siembra de plátano en altas densidades

La siembra en altas densidades es una alternativa rentable de producción de plátano ya que ofrece la ventaja de una mayor eficiencia de utilización de los factores relacionados con la tierra, trabajo y capital. Esto se debe a que se reduce los costos de producción por la disminución de mano de obra y por el uso eficiente de los insumos, que permite incrementar la rentabilidad. Con este método de producción, se siembran lotes programando la fecha de cosecha para que la producción salga al mercado en época de mayor demanda y precio (Belalcázar, Rosales & Espinosa, 2003).

Se ha demostrado que se puede sembrar el plátano a distanciamientos relativamente cortos, sin que esto afecte la producción en términos de número, peso y calidad de frutos; sin embargo, con este sistema se pueden llegar a producir más racimos por unidad de espacio, aun cuando el ciclo de crecimiento se alarga un poco. Los distanciamientos pueden ser desde 1,80 x 1,80; 1,80 x 2,10; 3 x 1,20 m, lo que permite obtener altas densidades de plantas de plátano por hectárea (Belalcázar, 1991; Espinosa et al., 1998; Irizarry, Montalvo & Chavarría, 2010).

2.2.2. Épocas de fertilización del plátano

La aplicación de fertilizantes tiene estrecha relación con la planta y las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla. La cantidad extraída de nutrientes y su dinámica en

la planta durante el ciclo de vida es representada con un gráfico que se denomina curva de absorción (Sancho, 1999). Los estudios de extracción de nutrientes en plátano curare semi gigante han demostrado que las épocas de mayor demanda de nutrientes, y por ende las épocas en las cuales se deben aplicar, son el periodo comprendido entre la siembra y la hoja 15 que debe recibir del 10% al 15% del fertilizante recomendado, el periodo comprendido entre la hoja 15 y la hoja 22 que debe recibir el 50% y el 40% restante se debe aplicar entre la hoja 24 y la emergencia de la inflorescencia (Furcal-Beriguete & Baquero-Badilla, 2014).

Por otro lado, estudios con plátano Dominico Hartón en altas densidades conducidos en Colombia demostraron que la primera aplicación de fertilizante, 30% de la dosis total, se puede realizar hasta un mes después de la siembra, el 50% hasta antes de que ocurra la diferenciación floral y la tercera porción a la floración, para que la planta adquiera mayor vigor y se favorezca la conformación y calidad de los frutos (Belalcázar, 1991; Belalcázar et al., 2003).

2.2.3. Nutrientes minerales

La nutrición vegetal se define como al suministro y absorción de elementos químicos necesarios para el crecimiento y metabolismo de las plantas. La deficiencia de uno de los elementos hace imposible el normal desarrollo y crecimiento vegetal, cumpliendo el concepto básico de esencialidad de los nutrientes (Marschner & Rengel, 2012; Mengel & Kirkby, 2000).

Los elementos esenciales en la nutrición son 14 y se dividen en dos categorías, macro y micronutrientes, basándose en la concentración en la que éstos se encuentran en las plantas cumpliendo una función específica. Los macroelementos que son requeridos por las plantas en mayor cantidad y los micronutrientes que la planta requiere en cantidades bajas. Los macronutrientes son nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) y los micronutrientes son cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cloro (Cl), boro (B), molibdeno (Mo) y níquel (Ni) (Havlin, Beaton, Tisdale & Nelson, W. 2014; Jones, 2012; Marschner, 2012).

2.2.4. Adquisición y fuentes de nutrientes para las plantas

Los nutrientes esenciales pasan de la solución del suelo a la planta a través del flujo respiratorio que permite que el agua y nutrientes penetren las células externas de la raíz. El

ingreso de los nutrientes se produce por absorción pasiva y absorción activa, procesos que mueven los nutrientes de las células externas de la raíz al interior y, finalmente, los depositan en el xilema para que sean trasladados a diferentes partes de la planta para que cumplan con sus funciones específicas. Los nutrientes esenciales penetran las raíces en forma de aniones y cationes inorgánicos que, por un lado, provienen de la disolución de los fertilizantes convencionales y, por otro, de la mineralización de los residuos orgánicos que libera los nutrientes de los tejidos orgánicos para que éstos lleguen a la solución del suelo como cationes y aniones inorgánicos. La planta toma también del suelo pequeñas cantidades de compuestos orgánicos como urea y aminoácidos, pero la mayoría de nutrientes esenciales penetran las células de la raíz como iones inorgánicos (Marschner & Rengel, 2012; Mengel & Kirkby, 2000; White, 2012).

Los insumos de mayor uso en la agricultura son los fertilizantes que son las fuentes para reponer los nutrientes exportados del campo en las cosechas. Estos materiales pueden clasificar fertilizantes químicos y fertilizantes orgánicos, cada uno de ellos con ventajas y desventajas que se describen a continuación (Havlin et al., 2014; Jen-Hshuan, 2006; Soto, 2003):

2.2.4.1. Ventajas de los fertilizantes químicos

- Solubilidad e inmediata disponibilidad de los nutrientes para las planta, el efecto es generalmente directo y rápido.
- Precio es más bajo y competitivo por unidad de nutriente que los fertilizantes alternativos, relativas cantidades pequeñas satisfacen las necesidades del cultivo.
- Permite manejar más con más facilidad el balance de nutrientes necesarios para equilibrar la nutrición de la planta.

2.2.4.2. Desventajas del uso de fertilizantes químicos

- La sobre aplicación tiene efectos negativos como lixiviación, contaminación del agua y emisión de gases de efecto invernadero.
- El uso de dosis muy altas, particularmente N, hace deseable los cultivos al ataque de enfermedades y plagas.
- El uso excesivo causa acidificación o salinización del suelo y reduce la fertilidad del suelo.
- Reduce la colonización de las raíces con micorrizas y promueve la descomposición de la materia orgánica y esto degrada la estructura.

2.2.4.3. Ventajas de los fertilizantes orgánicos

- Incrementan la actividad biológica del suelo, promueven la colonización con micorrizas, mejoran el crecimiento radicular.
- Incrementan el contenido de materia orgánica del suelo, aumenta la CIC y la retención de agua.
- Mejoran la capacidad tampón del suelo, que impide los cambios bruscos de pH, entregan los nutrientes lentamente y están almacenados en compuestos orgánicos reduciendo la lixiviación y fijación.
- Ayudan a controlar algunas enfermedades del suelo.

2.2.4.4. Desventajas de los fertilizantes orgánicos

- Tienen bajo contenido de nutrientes y se necesitan altas cantidades de material para satisfacer las necesidades nutricionales de los cultivos.
- La liberación de los nutrientes es muy lenta para satisfacer las demandas del cultivo en crecimiento y se pueden presentar deficiencias.
- La composición de los materiales es muy variable y son más costosos que los fertilizantes químicos.
- La aplicación por largo tiempo puede llevar a la acumulación de sales y metales pesados que pueden afectar el crecimiento y rendimiento de los cultivos.
- El uso de cantidades excesivas puede causar problemas de lixiviación y contaminación de las aguas y producir emisiones de gases de efecto invernadero.

2.2.5. Manejo de nutrientes

La necesidad de mantener una producción alta y rentable, preservando al mismo tiempo el ambiente es un reto difícil de cumplir. Se desea cumplir con los principios generales de la agricultura sostenible, producir indefinidamente sin afectar el ambiente. Los agricultores buscan alcanzar este objetivo utilizando fertilizantes minerales, fertilizantes orgánicos o una mezcla de los anteriores con sistemas de manejo que hagan eficiente la utilización de estos insumos. Es importante considerar los efectos a largo plazo de las decisiones sobre el manejo de nutrientes, particularmente en lo que se refiere a su eficiencia de uso. La mayor eficiencia se logra cuando se obtiene más producto cosechado por cada unidad de fertilizante utilizado (Fixen, 2009).

A pesar de que el análisis de suelo es una buena herramienta para determinar la necesidad de nutrientes, es necesario realizar experimentos en el campo para correlacionar el contenido de nutrientes con la respuesta en rendimiento de un determinado cultivo. Sin embargo, el análisis de N en el suelo tiene varios problemas asociados con la dinámica y la movilidad de este nutriente (Cassman, Dobermann & Walters, 2002; Espinosa & García, 2009). Existe una manera sencilla de obtener la información necesaria para realizar el cálculo de la cantidad adecuada de N requerida por un cultivo, que parte de una curva de respuesta a la aplicación de dosis crecientes de este elemento en el campo. La dosis máxima fisiológica es aquella a la cual no se encuentra más incremento en rendimiento del cultivo manejado con un paquete tecnológico específico. Es importante decir que la curva de respuesta de N depende de las condiciones climáticas, del suelo y del manejo del cultivo (Fageria, Baligar & Li, 2008). Por otro lado, las presiones ambientales actuales obligan a que se tenga en cuenta la eficiencia de uso de N en el desarrollo de las recomendaciones de fertilización con N, antes de que la dosis produzca el máximo rendimiento (Snyder et al., 2009).

2.2.6. Eficiencia y efectividad de los nutrientes

La eficiencia en el uso de los nutrientes que se aplican con los fertilizantes está generalmente influenciada por tres factores: 1) suministro del nutriente del suelo, fertilizantes y otras entradas, 2) absorción por el cultivo y 3) pérdidas del sistema suelo-planta. Cada uno de estos factores está afectado por el sistema de manejo del cultivo y las condiciones ambientales. Debido al riesgo de confusión entre los términos de eficiencia, se recomienda utilizar tres definiciones simples que pueden usarse fácilmente en el trabajo de campo para evaluar y monitorizar la eficiencia de uso de un nutriente. En la Tabla 2.1. se presenta un ejemplo de estas definiciones para N (Snyder, Bruulsema & Jensen, 2007; Snyder et al., 2009).

Tabla 2.1. Definiciones de la eficiencia de N.

Término EUN	Cálculo	Ejemplos reportados
FPP_N Factor parcial de productividad	R/D	40 a 80 unidades de grano de cereal por unidad de N aplicado.
EA_N Eficiencia agronómica del N aplicado	(R-R ₀)/D	10 a 30 unidades de grano de cereal por unidad de N aplicado
ER_N Eficiencia aparente de recuperación del N	(U-U ₀)/D	0.3 a 0.5: típica recuperación de N en cereales

D = cantidad de N aplicada (como fertilizante, residuos, etc.)
R = rendimiento de la porción cosechada del cultivo con la aplicación de N
R₀ = rendimiento del tratamiento control sin la aplicación de N
U_C = contenido de N de la porción cosechada del cultivo
U = acumulación total de N en la biomasa aérea del cultivo con la aplicación de N
U₀ = acumulación total de N en la biomasa aérea del cultivo sin aplicación de N

El N que se aplica al suelo con los fertilizantes y/o residuos de corral es utilizado en forma ineficiente por la mayoría de los cultivos. Se ha calculado que la eficiencia de uso de N es de 50% o menos, que se puede incrementar a 60% o 70% con un mejor manejo en muchos sistemas de cultivo del mundo. Este incremento en la recuperación de N por los cultivos puede reducir las pérdidas potenciales de N, que amenazan los recursos agua y aire y que disminuyen la rentabilidad del cultivo (Snyder et al., 2007; Snyder et al., 2009).

2.2.7. Macro-organismos invertebrados

En el suelo existe una diversidad biológica denominada macrofauna (organismos superiores a 2000 µm). Estos organismos juegan un papel importante en la sostenibilidad del suelo en los agroecosistemas tropicales y subtropicales. Estas poblaciones incluyen a invertebrados como hormigas, lombrices de tierra, termitas, anfipodos (pequeños crustáceos), cien pies, mil pies, caracoles, babosas, entre otros. Estos organismos se afectan por las actividades agrícolas conducidas por el hombre, así como también por el clima, especies invasoras, organismos que se han modificado genéticamente, incendios de arbustos, deslizamientos de tierra y desechos tóxicos (Ayuke et al., 2009). Los invertebrados del suelo son un grupo muy diverso de organismos, representan la mayoría

de las clases y órdenes y son muy abundantes y ricos en especies. La zoografía de la macrofauna es incompleta, particularmente en los trópicos pero parece que la mayoría de órdenes y familias de los animales dentro de este grupo de tamaño son cosmopolitas (Anderson, 1977).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Sitio del estudio

La investigación se realizó desde febrero del 2012 hasta mayo del 2013 en Rancho San Miguel, en el sitio Colonape, cantón El Carmen, provincia de Manabí y en la hacienda Zoila Luz de la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE) en la parroquia Luz de América, Cantón Santo Domingo, provincia Santo Domingo de los Tsáchilas. En la Tabla 3.1. se presentan las características climáticas de los sitios en estudio. Antes de iniciar el estudio se tomaron muestras para análisis de suelos y los resultados se incluyen en los Anexos 1 y 2.

Tabla 3.1. Características de las zonas de estudio.

Características	Manabí (El Carmen) ¹	Santo Domingo (Luz de América) ¹
Clima	Subtropical húmedo	Subtropical húmedo
Temperatura media (°C)	24	24
Precipitación (mm año ⁻¹)	2659	3338
Humedad relativa (%)	86	87
Heliofanía (horas luz)	1026,2	761,2
Altitud (msnm)	249	295

¹Datos obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

3.2. Factores, tratamientos, diseño experimental y variables en estudio

3.2.1. Factor en estudio y tratamientos

El factor en estudio de esta investigación fue: dosis de N, aplicadas con fertilizantes químicos comunes y un abono orgánico, producto del compostaje de los residuos de matadero. Los niveles evaluados son detallados en los tratamientos que se indican en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Tratamientos evaluados en el experimento para las dos localidades.

Tratamientos	Descripción	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
T1	Fi1	0	40	210	50	60
T2	Fi2 (agricultor)	60	40	210	50	60
T3	F13	120	40	210	50	60
T4	Fi4	180	40	210	50	60
T5	Fi5	240	40	210	50	60
T6	Fo1	60	58	12	9	
T7	Fo2	120	116	24	20	
T8	Fo3	180	174	36	30	
T9	Fi3+Fo1 (mezcla 1)	120+60	58	12	9	
T10	Fi2+Fo2 (mezcla 2)	60+120	116	24	16	

Fi = Fertilizante inorgánico; Fo = Fertilizante orgánico

3.2.2. Características del área experimental

Las parcelas experimentales se ubicaron en el campo y las características del área experimental se detallan en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Características del área experimental.

Descripción	Valores
Área total del experimento (m ²)	2400
Distancia entre plantas (m)	2
Distancia entre hileras (m)	2,5
Número de plantas por unidad experimental	16
Número de unidades experimentales	30
Repeticiones	3
Densidad poblacional (plantas ha ⁻¹)	2000

3.2.3. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y se realizaron comparaciones ortogonales como se muestra en la Tabla 3.4. Luego se realizó un análisis combinado entre localidades (Tabla 3.5.). Se utilizó la prueba de Tukey al 5% para

comparar los tratamientos y se calcularon regresiones para las dosis de N de la fuente inorgánica y la orgánica.

Tabla 3.4. Descripción del análisis de varianza (ADEVA) utilizado en las dos localidades.

Fuentes de variación	Fórmulas	Grados de libertad	
Repeticiones (bloques	r-1	2	
Tratamientos	t-1	9	
Dentro G1 (T1, T2, T3, T4 y T5)			
T1 vs T2, T3, T4, T5		4	1
T2 vs T3, T4, T5			1
T3 vs T4, T5			1
T4 vs T5			1
Dentro G2 (T6, T7 y T8)			
T6 vs T7, T8		2	1
T7 vs T8			1
Dentro G3 (T9 y T10)			
Entre Grupos		2	
T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 vs T9, T10			1
T1, T2, T3, T4, T5, vs T6, T7, T8			1
Error Experimental	(t-1)(r-1)	18	
Total	rt-1	29	

Tabla 3.5. Descripción del ADEVA del experimento combinado entre localidades

Fuentes de Variación	Grados de libertad	
	Fórmula	Valor
Localidades	L-1	1
R(L)	L(r-1)	4
Tratamientos	(t-1)	9
Localidad x Tratamientos	(L-1)(t-1)	9
Error	(r-1)(L)(t-1)	36
Total	rTL-1	59

3.2.4. Variables en estudio

– Altura de planta

A partir del tercer mes posterior a la siembra y hasta la emisión floral, mensualmente se midió en cm el crecimiento de cuatro plantas por cada tratamiento. La medición se hizo desde la base del suelo hasta el punto de inserción de la última hoja, utilizando una cinta métrica graduada.

– Diámetro del pseudotallo

Se evaluaron cuatro plantas por tratamiento a partir del tercer mes posterior a la siembra hasta la emisión floral. La circunferencia se midió a una altura de 50 cm desde la base del suelo utilizando una cinta métrica. Se midió la circunferencia del pseudotallo de cada planta de la parcela útil para, posteriormente, calcular el diámetro (DPseuT) utilizando la siguiente fórmula:

$$DPseuT = (Circ\ planta\ 1/\pi) + (Circ\ planta\ 2/\pi) + (Circ\ planta\ 3/\pi) + (Circ\ planta\ 4/\pi)/4$$

Donde: D = Diámetro

Circ = Circunferencia de cada planta de la parcela útil

π = Constante (3,1416)

– **Días a la floración**

Se registraron los días transcurridos desde la siembra hasta que las plantas iniciaron la floración, considerando la fecha en la que la bellota emergió y tuvo las brácteas abiertas.

– **Número de hojas**

Se contó el número de hojas mensualmente, a partir de los tres meses después de la siembra hasta la cosecha.

– **Peso del racimo**

Se midió el peso de los racimos de las cuatro plantas centrales de cada tratamiento con una balanza digital con capacidad de 15 kg.

– **Producción de fruta**

De los racimos cosechados en el área útil de cada parcela se retiraron y pesaron en kg los dedos con calidad para exportación. El promedio de peso de la fruta de los cuatro racimos se transformó a kg ha^{-1} , considerando la densidad poblacional.

– **Determinación de la relación fruta/raquis**

Esta relación se obtuvo de la división del peso promedio de fruta cosechada en los cuatro racimos del área útil para el promedio del peso del raquis de estos mismos racimos.

– **Longitud de dedos**

En los dedos centrales de la segunda mano de los racimos útiles, con ayuda de una cinta métrica, se midió la longitud del fruto desde el pedúnculo siguiendo la trayectoria externa de la curva hasta la punta del fruto.

– **Peso de dedos**

Se utilizó una balanza digital para pesar dos frutos de la parte media de la segunda mano de cada racimo cosechado en el área útil. Se registró un total de ocho dedos por tratamiento y el promedio se registró en gramos por dedo.

– **Número de dedos por racimo**

Se contó el número de dedos presentes en los cuatro racimos del área útil de cada tratamiento.

– **Eficiencia agronómica**

La eficiencia agronómica de N (EA_N) es el rendimiento obtenido por kg de N aplicado, los cálculos se hicieron siguiendo las fórmulas presentadas en la Tabla 2.1.

– Contenido de N

Se determinó el contenido de N en la fruta y el raquis a la cosecha. Se colectaron muestras de fruta y raquis, se registró el peso de la materia fresca (MF), luego se separó una muestra de 1000 g que se colocó sobre papel kraft para secarla en una estufa a 60°C durante una semana hasta alcanzar peso constante, es decir, la materia seca (MS). Parte de la muestra se llevó al laboratorio para determinar las concentraciones de nutrientes presentes en los tejidos. Con los datos de MS y las concentraciones de nutrientes en los tejidos se calculó la absorción de ellos en cada órgano con la ayuda de la siguiente fórmula:

$$CN \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} = [\text{MS (kg ha}^{-1}\text{)} \times \text{Nutriente (\%)}] / 100$$

Donde:

CN = Contenido del nutriente

MS = Materia seca

N = Nutriente

– Evaluación de la macrofauna

Se tomó una muestra de suelo de cada tratamiento en estudio en abril, julio y diciembre del 2012 y se la llevó al laboratorio para la identificación de lombrices (Anélidos), escarabajos (Coleóptera), hormigas (Hymenóptera-Formicidae), termitas (Isóptera), arañas, tijeretas y otros. El método de muestreo fue el recomendado por el Programa Tropical Soil Biology and Fertility (Anderson, 1977) que sugiere cavar monolitos de 25 x 25 x 30 cm. Los monolitos se dividieron en tres estratos (0 a 10, 10 a 20 y 20 a 30 cm) y en cada uno de ellos se procedió a colectar los invertebrados para determinar la densidad de individuos m^{-2} y el peso de la biomasa en gramos m^{-2} .

3.3. Manejo agronómico del experimento

3.3.1. Establecimiento del cultivo

– Selección del terreno

Este factor es importante para tener éxito en el cultivo de plátano ya que guarda relación con la vida útil y calidad de la plantación. Se seleccionaron lotes con suelos de las

principales zonas plataneras de las provincias de Manabí y Santo Domingo de los Tsáchilas.

– **Adecuación del terreno**

Una vez seleccionado el terreno, se eliminaron las malezas con moto guadaña dejando todo el material sobre el suelo. El ensayo se inició tomando una muestra compuesta de suelo, por todo el sitio experimental en cada localidad, para los respectivos análisis químicos. Luego se delimitaron las parcelas experimentales que debían tener 16 plantas usando una caña guadua en cada esquina.

– **Hoyado**

Un mes antes de la siembra, en febrero 9 del 2012, se realizaron los hoyos de 30 x 30 cm empleando palas o barretones. Se colocó la parte superficial del suelo (más oscura) al lado derecho y la más profunda al izquierdo. El suelo superficial se usó para llenar los hoyos al momento de la siembra.

– **Siembra**

Se sembraron plantas *in vitro* de la variedad Curaré enano a un distanciamiento de 2,0 x 2,5 m, lo que representa una densidad poblacional de 2000 plantas ha⁻¹. Se sembraron 16 plantas por parcela con sus tres repeticiones, lo que acumuló un total de 480 plantas por cada sitio experimental. Los datos de evaluación se tomaron en las cuatro plantas centrales de cada tratamiento.

– **Fertilización**

Tres meses antes de la siembra se colocó en el fondo del hoyo de siembra 1,33; 2,66 y 3,99 kg de abono orgánico sólido, según el tratamiento correspondiente. Luego, se tapó con el suelo extraído y dejó el hoyo en esta forma hasta la siembra de la planta de plátano. El contenido de nutrientes del abono utilizado se presenta en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6. Contenido de nutrientes del abono orgánico utilizado en la investigación.

Nutriente	Contenido (%)
Materia orgánica	54,2
Nitrógeno	2,25
Fósforo (P ₂ O ₅)	2,18
Potasio (K ₂ O)	0,44
Calcio	2,04
Magnesio	0,35
Humedad	20

Las fuentes de fertilizante mineral y las dosis utilizadas se presentan en la Tabla 3.7. Se procedió a sembrar la planta de plátano y a rellenar el hoyo con el suelo mezclado con todos los nutrientes minerales, excepto el N del que solo se aplicó el 25%. A los 30 días después de la siembra se procedió a la aplicación de otro 25% de N, a los 60 días el siguiente 25% y a los 90 días el 25% restante.

Tabla 3.7. Descripción de las cantidades de fertilizante utilizados en el experimento.

Tratamientos	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	SO ₄	UREA	DAP	KCl	KMag	Fertilizante Orgánico**
Fi1	0	40	210	50	60	0	80*	106,6	111,1	
Fi2 (agricultor)	60	40	210	50	60	48,2	43,47	106,6	111,1	
Fi3	120	40	210	50	60	113,42	43,47	106,6	111,1	
Fi4	180	40	210	50	60	178,64	43,47	106,6	111,1	
Fi5	240	40	210	50	60	243,85	43,47	106,6	111,1	
Fo1	60	58	12	9						1330
Fo2	120	116	24	20						2660
Fo3	180	174	36	30						3990
Fi3+Fo1	120+60	58	12	9						130,4 (urea)+1330
Fi2+Fo2	60+120	116	24	18						65,2 (urea)+2660

* Superfosfato simple para el tratamiento sin N, los demás tratamientos reciben DAP; ** Gramos para el fertilizante orgánico sólido

3.3.2. Manejo del ensayo

– **Deshije**

El deshije se realizó ocho meses después de la siembra, cuando fue posible hacer una buena selección del hijuelo para la nueva generación. Luego, se eliminaron los brotes subsecuentes alrededor de la planta. El objetivo fue mantener una sucesión ordenada de progenies en el sitio de producción.

– **Deshoje**

Se procedió a la eliminación de las hojas bajas amarillas, dobladas o secas para favorecer la circulación del viento y la penetración de los rayos solares. Se procedió a despuntar las hojas afectadas por enfermedades como sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), eliminando las partes manchadas o secas.

– **Desbellote**

Dos semanas después de la floración, se procedió a separar de forma manual la bellota del racimo de plátano cortando el raquis cerca de la última mano.

– **Apuntalamiento**

Se realizó esta labor con caña guadua para prevenir el volcamiento de las plantas por efecto de mal anclaje, alto peso del racimo, daños ocasionados por nematodos o una práctica severa de deshije.

– **Control de malezas**

El control de malezas se efectuó usando moto guadaña cada vez que el crecimiento de las malezas lo ameritaba.

– **Enfundado del racimo**

Se cubrió el racimo con una funda plástica biflex, para evitar el daño causado por insectos raspadores y chupadores y para impedir las quemaduras en la cáscara ocasionadas por el sol.

– **Control de sigatoka**

Debido a que la variedad Curaré enano es susceptible al ataque de sigatoka negra, se hicieron aplicaciones de clorotalonil en dosis de 400 mL ha⁻¹ cada 21 días.

– **Cosecha**

Se procedió a marcar los racimos con cintas de colores para identificar la edad de los racimos y con ello programar la cosecha. La práctica consistió en colocar una cinta de un color en cada semana, la misma que se amarró a la funda o pseudotallo para facilitar la identificación. Se cosechó con un machete afilado haciendo un corte en el tercio superior de la planta para doblarla y luego se procedió a cortar el racimo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Altura de planta

A los ocho meses después de la siembra, el análisis para Luz de América presentó diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos, la comparación entre el tratamiento sin nitrógeno y los otros tratamientos químicos (T2, T3, T4 y T5), y la comparación entre tratamientos químicos (T1, T2, T3, T4 y T5) vs orgánicos (T6, T7 y T8). Al comparar el testigo del Agricultor (T2) con los tratamientos químicos con nitrógeno (T3, T4 y T5) se observaron diferencias significativas (Anexo 3).

Para El Carmen sólo se observaron diferencias significativas entre los tratamientos químicos con los orgánicos (Anexo 4). En el análisis combinado de las dos localidades existieron diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, y la comparación sin nitrógeno vs con nitrógeno, dentro de los químicos y entre químicos vs orgánicos (Anexo 5).

Esas diferencias se corroboran con las pruebas de separación de medias (Tukey $p=0,05$). En Luz de América (Figura 4.1), la menor altura de planta se obtuvo con el tratamiento sin nitrógeno (T1), dentro del grupo de los químicos (G1) y con el T6 que corresponde al que aporta menor dosis de N dentro de los orgánicos (G2). Los promedios más altos se obtuvieron con los tratamientos químicos con dosis de 120, 180 y 240 kg ha⁻¹ de N (T3, T4 y T5), pero fueron iguales estadísticamente a los dos tratamientos de mezclas (T9 y T10), el orgánico con mayor cantidad de nitrógeno (T8) y el testigo del agricultor. Esta misma tendencia se observó en los promedios combinados de las dos localidades (Figura 4.2) y sólo se observó cambio en el tratamiento sin nitrógeno que se integró a los tratamientos con mayor altura. El comportamiento de la fertilización inorgánica en este experimento es igual al reportado por Amador y López (2013) en Honduras, quienes lograron una mayor altura de planta (217,2 cm) al utilizar el biofertilizante Mycoral.

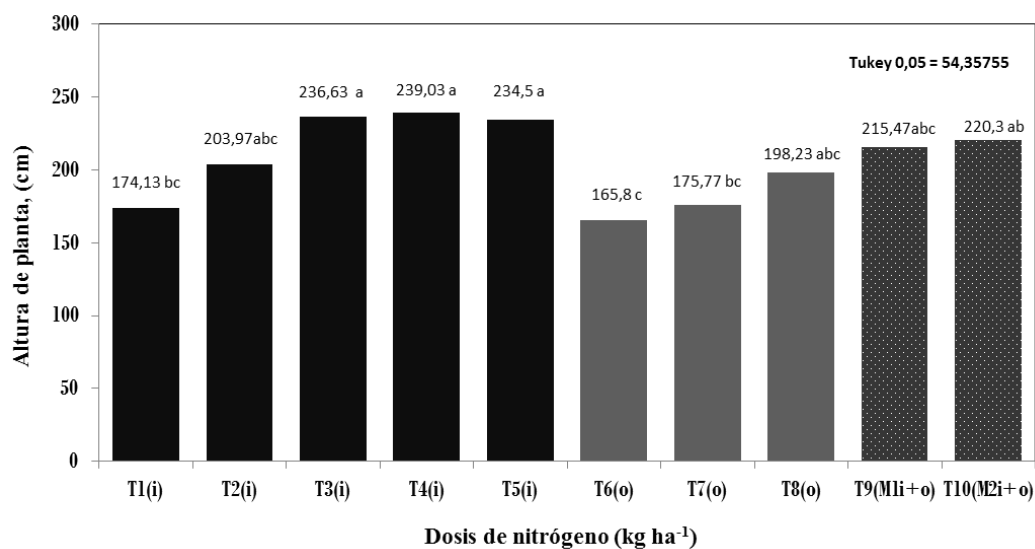


Figura 4.1. Comparación del efecto de la aplicación de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o), independientes y en mezcla, en la altura de la planta de plátano Curaré enano al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

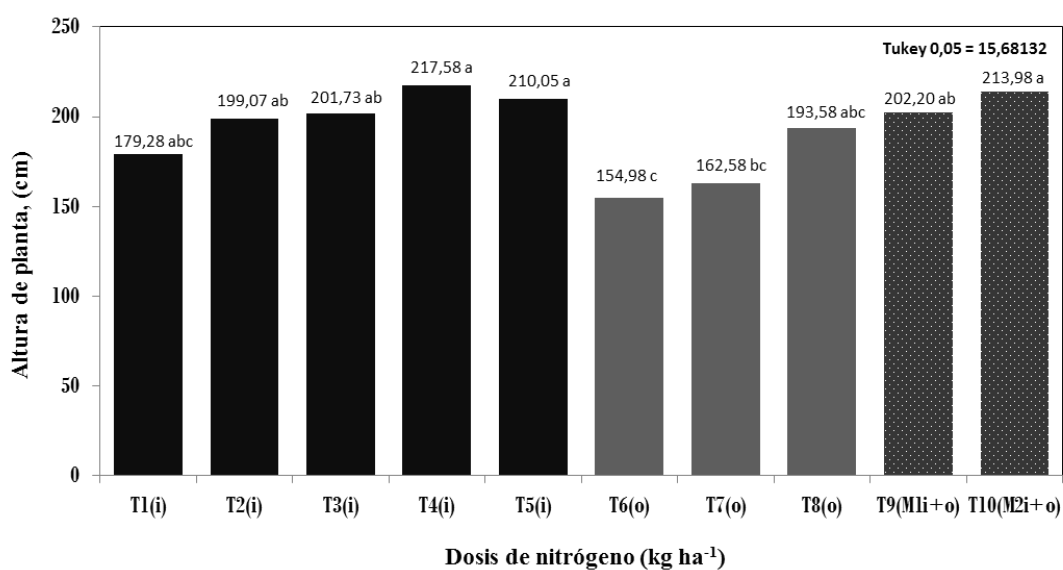


Figura 4.2. Comparación del efecto combinado de la aplicación de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o), independientes y en mezcla, en la altura de la planta de plátano Curaré enano al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen, provincia de Manabí.

4.2. Diámetro del pseudotallo

En el análisis de los valores de diámetro del pseudotallo registrados a los ocho meses se observó que las localidades Luz de América y El Carmen no presentaron diferencias estadísticas. En el análisis combinado los tratamientos tuvieron diferencias altamente significativas, al igual que la comparación entre tratamientos químicos (T1, T2, T3, T4 y T5) vs orgánicos (T6, T7 y T8); diferencias significativas para las comparaciones sin nitrógeno (T1) y los otros tratamientos químicos (T2, T3, T4 y T5), tratamiento orgánico (T7) vs (T8) y los tratamientos inorgánico con orgánicos (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 y T8) vs las mezclas (T9 y T10) (Anexo 6).

Estas diferencias se ratifican con la prueba de separación de medias (Tukey $p=0,05$) (Figura 4.3). El menor diámetro del pseudotallo se obtuvo con el tratamiento (T7) dentro del grupo de los orgánicos (G2) y con el tratamiento T1 correspondiente a los inorgánicos. Los promedios más altos lo lograron los tratamientos con dosis de 180 y 240 kg ha^{-1} pero estadísticamente iguales a la mezcla del tratamiento T10. Los valores de diámetro del pseudotallo conseguidos con este experimento no difirieron de aquellos obtenidos por Caballero (2010) en su trabajo de evaluación del plátano Curaré enano en Honduras.

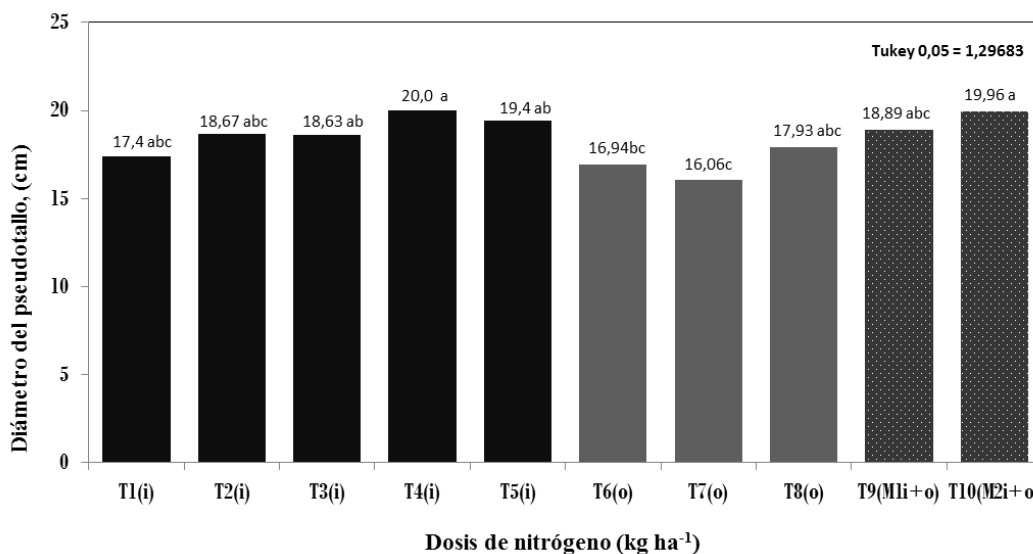


Figura 4.3. Comparación del efecto combinado de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en el diámetro del pseudotallo de plátano Curaré enano al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, y El Carmen, provincia de Manabí.

4.3. Días a la floración

En esta variable se registraron diferencias estadísticas altamente significativas en Luz de América para tratamientos, la comparación entre los tratamientos sin nitrógeno y los otros tratamientos químicos (T2, T3, T4, T5), la comparación entre los tratamientos T3 vs T4 y T5, dentro de los orgánicos T6 vs T7 y T8, los tratamientos T9 vs T10, y la comparación de inorgánicos con orgánicos (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 y T8) vs las mezclas (T9 y T10) (Anexo 7). En la localidad de El Carmen, la floración también presentó diferencias altamente significativas para tratamientos, la comparación entre el tratamiento sin nitrógeno y los tratamientos químicos (T2, T3, T4, T5), la comparación entre los tratamientos químicos T3 vs T4 y T5, con significancia para la comparación entre los orgánicos T6 vs T7 y T8, la comparación entre orgánicos T7 vs T8 y la comparación de los tratamientos inorgánicos con orgánicos (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 y T8) vs las mezclas (T9 y T10), entre los orgánicos T6 vs T7 y T8, diferencias entre el T7 vs T8 así como también entre los tratamientos inorgánico con orgánicos vs las mezclas de fertilizantes (Anexo 8).

La floración para el tratamiento con la más alta dosis de N inició a los 284 días en Luz de América y 299 días en El Carmen. Para los tratamientos sin aplicar N T1 (i) la floración comenzó a los 363 días y 339 días, en las dos localidades respectivamente. En las dos localidades se observó un efecto claro en el tiempo para la floración de las dosis de N inorgánico, a medida que se incrementó la cantidad de N disminuyó el tiempo para la floración (Figuras 4.4 y 4.5.). Los tratamientos con fuentes orgánicas y la mezcla presentaron la misma tendencia pero menos acentuada. Esta información concuerda con la generada en experimentos en Venezuela con el plátano Hartón; se observó que aquellos tratamientos a los que no aplicaron N les tomó 293 días para la floración, mientras que en aquellos que sí lo recibieron fue a los 252 días, reiterando el hecho de que la aplicación de N reduce el tiempo a la floración en plátano (Hernández et al., 2007).

El análisis combinado (Figura 4.6.) presenta diferencias altamente significativas para todas las comparaciones dentro de los grupos G1, G2 y G3 y entre los grupos a excepción de la combinación de inorgánicos vs orgánicos que son los únicos que no presentan diferencias estadísticas (Anexo 9).

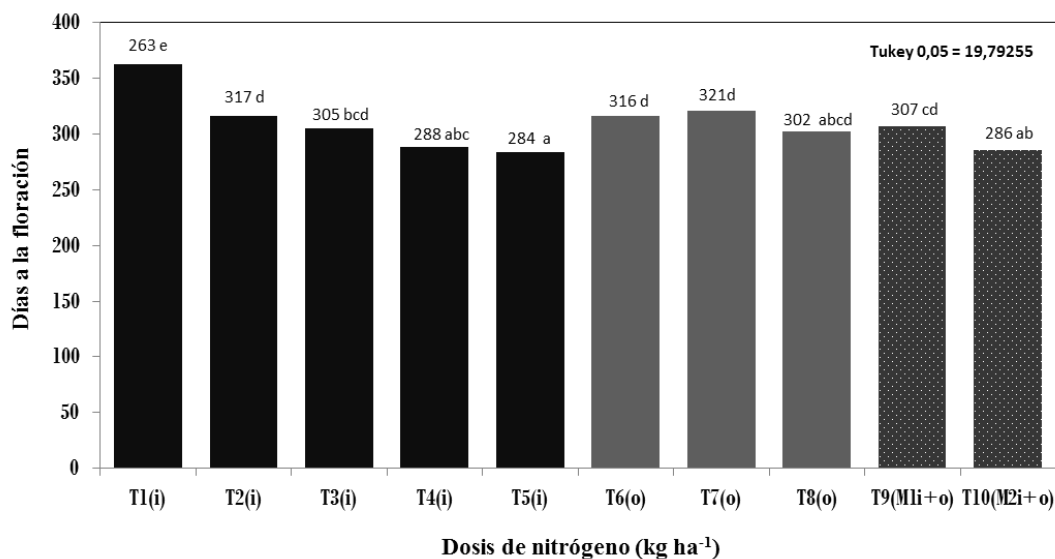


Figura 4.4. Comparación del efecto de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en el tiempo a la floración del plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

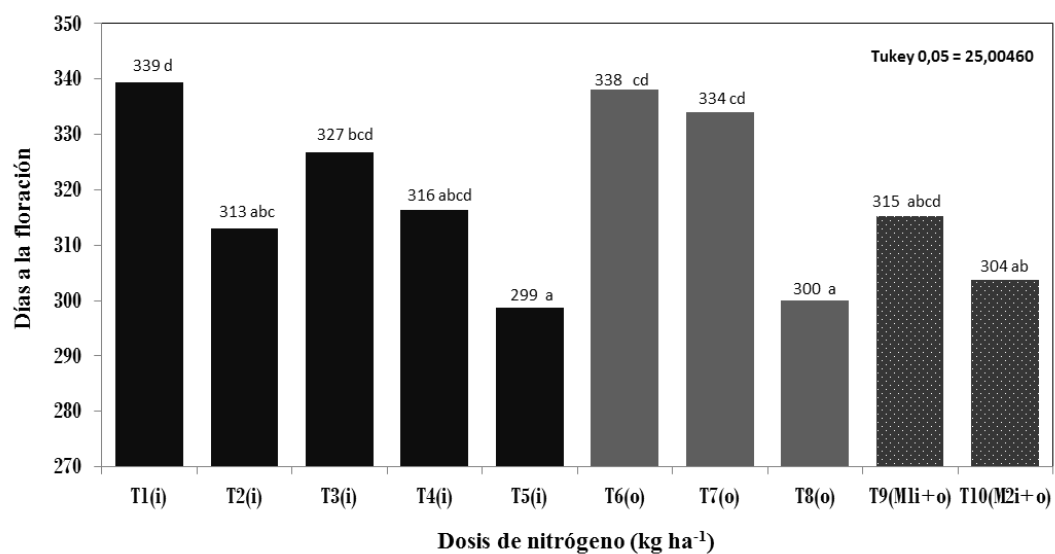


Figura 4.5. Comparación del efecto de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en el tiempo de floración del plátano Curaré enano en Andisoles de El Carmen, provincia de Manabí.

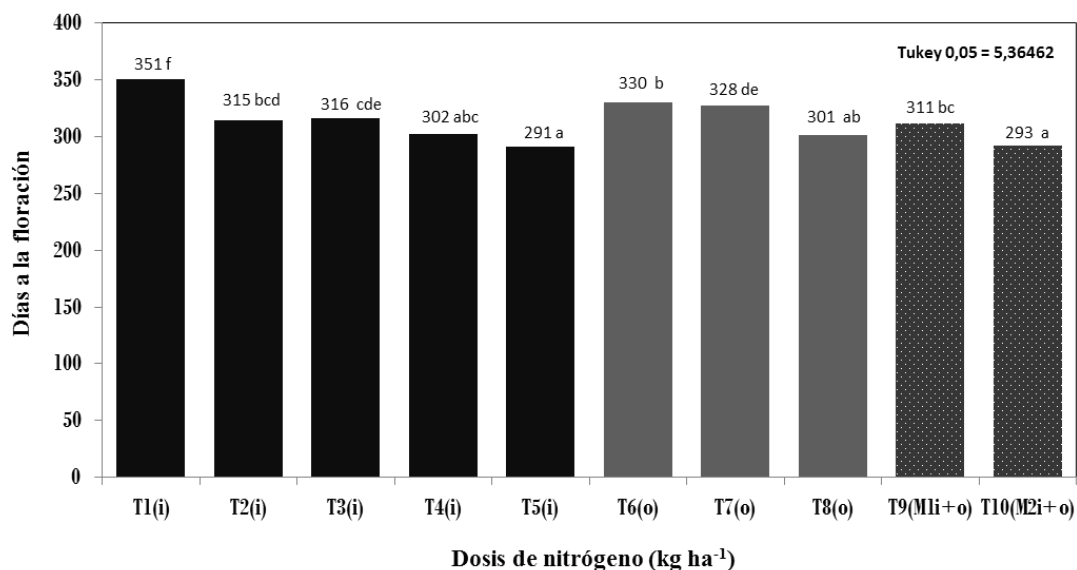


Figura 4.6. Comparación del efecto combinado de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en el tiempo de floración del plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen, provincia de Manabí.

4.4. Número de hojas funcionales a la cosecha

Con respecto al número de hojas funcionales a la cosecha, en Luz de América se presentaron diferencias altamente significativas para los tratamientos, así como también para la combinación entre el tratamiento sin nitrógeno y los otros tratamientos químicos (T2, T3, T4 y T5) (Anexo 10). En la Localidad de El Carmen no se reportaron diferencias estadísticas, pero al realizar el análisis combinado se observaron diferencias altamente significativas para la combinación de los tratamientos inorgánicos vs orgánicos. Además se observaron diferencias significativas para los tratamientos, la combinación entre el tratamiento sin fertilizar y los otros tratamientos químicos (T2, T3, T4 y T5); y entre los tratamientos inorgánicos con orgánicos vs las mezclas de fertilizantes (Anexo 11).

Como se ve en la Figura 4.7, en Luz de América el tratamiento con 120 kg ha⁻¹ de nitrógeno (T3) llegó con el mayor número de hojas a la cosecha (10,37), que resultó estadísticamente diferente al tratamiento sin la aplicación de nitrógeno (T1) que llegó a la cosecha con 8,67 hojas. En el sitio El Carmen los tratamientos llegaron a la cosecha con promedio de 10,80 hojas funcionales y no presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos; al comparar con Luz de América que alcanzaron 9,59 hojas, fue mayor; esta condición estuvo relacionada con la humedad relativa de las zonas de estudio. La humedad relativa fue mayor en Luz de América, lo que incide directamente

en el ataque de hongos provocando un menor tiempo de vida útil del área foliar. Experimentos conducidos en Honduras en condiciones similares reportaron que el cultivar Curaré alcanzó a llegar a la cosecha con 9,4 hojas con el mejor tratamiento de fertilización (Amador & López, 2013).

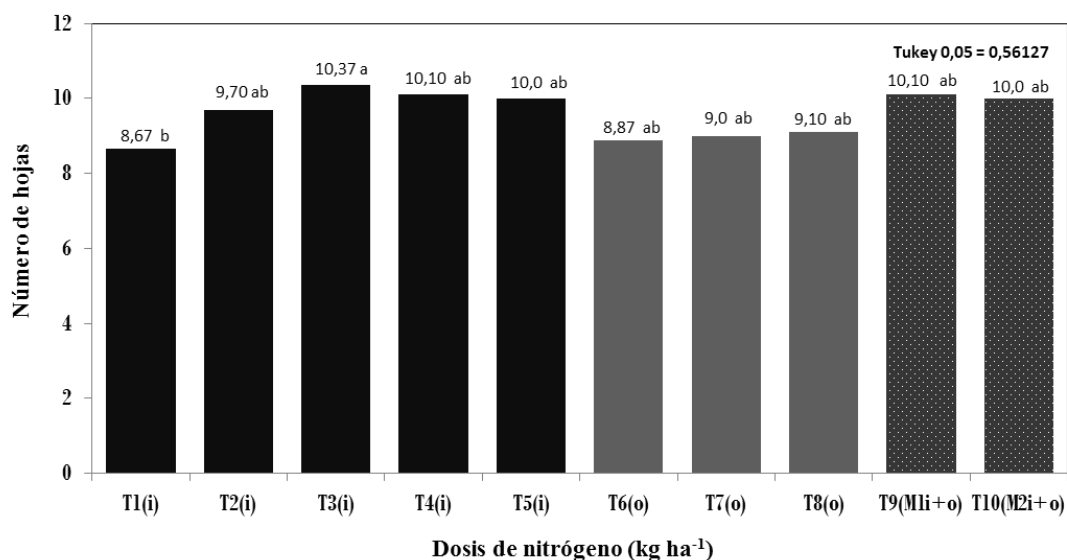


Figura 4.7. Comparación del efecto de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en el número de hojas de plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

4.5. Peso de dedos

Los datos para peso de los dedos en Luz de América mostraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, para la combinación de tratamientos sin nitrógeno y los otros tratamientos químicos (T2, T3, T4, T5), al comparar el testigo del agricultor (T2) vs T3, T4 y T5. La combinación de tratamientos inorgánicos (T1, T2, T3, T4, T5) vs tratamientos orgánicos (T6, T7 y T8) reportan diferencias altamente significativas (Anexo 12). En El Carmen no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos. En el análisis combinado se presentan diferencias altamente significativas para los tratamientos y la combinación del testigo del agricultor (T2) frente a los tratamientos químicos (T2, T3 y T4). También se encontraron diferencia significativas entre el tratamiento sin nitrógeno y los tratamientos químicos (T2, T3, T4, T5) (Anexo 13).

Analizando la Figura 4.8, en el análisis de Luz de América se observó que el tratamiento con 240 kg ha⁻¹ tuvo el mayor peso para los dedos; mientras que en el análisis combinado,

el tratamiento con 180 kg ha⁻¹ de nitrógeno obtuvo el mayor peso de dedos, en comparación con el tratamiento sin nitrógeno (Figura 4.9.). El peso de los dedos tuvo un efecto directo sobre el rendimiento; se ha demostrado que en plátano, solamente el incremento de tamaño de los dedos, en respuesta a la mejor nutrición, aporta a la acumulación de rendimiento ya que el cambio en el número de manos por efecto de la nutrición es casi nulo (Espinosa et al., 1998).

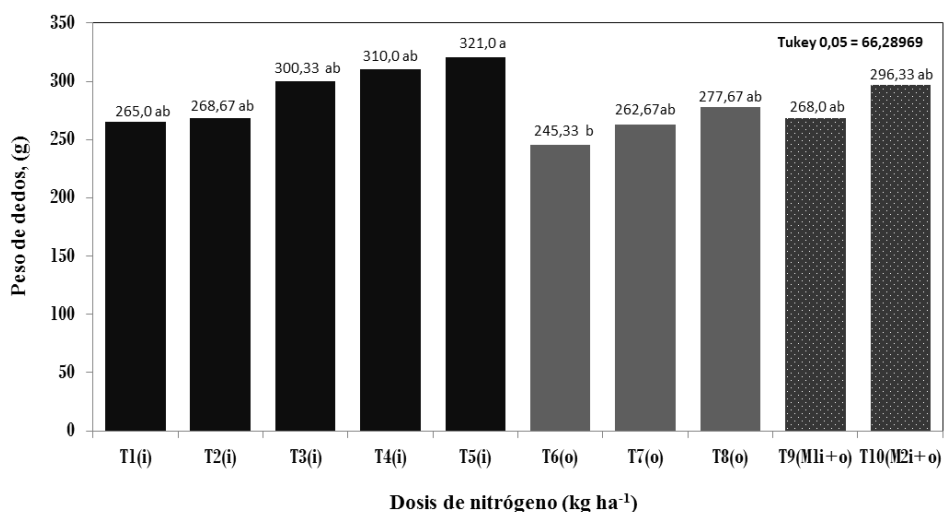


Figura 4.8. Comparación del efecto de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en el peso de los dedos de plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

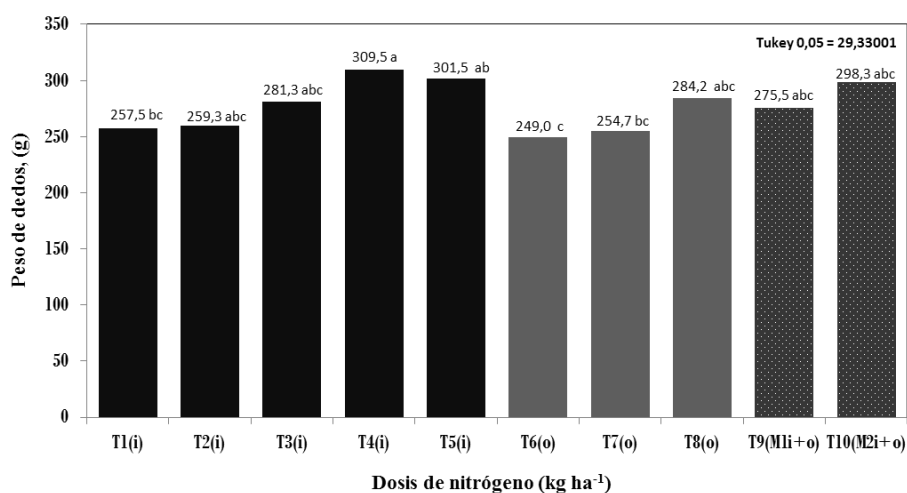


Figura 4.9. Comparación del efecto combinado de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en el peso de los dedos de plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, y El Carmen, provincia de Manabí.

4.6. Longitud y número de dedos

Al evaluar el efecto de los tratamientos en la longitud de los dedos no se encontraron diferencias estadísticas entre localidades, tratamientos y contrastes. Lo mismo sucedió para el número de los dedos, corroborando lo investigado por Hernández, Marín y García (2007) quienes manifiestan que no existen diferencias en cuanto al número de dedos en el plátano. La cantidad de 40 unidades por racimo es similar a lo registrado por Torres y Hernández (2004). Esto ratifica el hecho de que, en plátano, los cambios en rendimiento provocados por la fertilización se observan con mayor facilidad en el incremento en el peso de los dedos.

4.7. Peso de racimo

La evaluación del peso del racimo a la cosecha en Luz de América permitió observar diferencias significativas entre los tratamientos y para la combinación de tratamientos inorgánicos (T1, T2, T3, T4, T5) vs tratamientos orgánicos (T6, T7 y T8), diferencias altamente significativas para el tratamiento sin nitrógeno y los otros tratamientos químicos (T2, T3, T4 y T5) (Anexo 14). Para El Carmen no se observaron diferencias estadísticas significativas, pero al realizar el análisis combinado se observó que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre el tratamiento sin fertilizar y los otros tratamientos químicos (T2, T3, T4, T5) (Anexo 15).

En Luz de América (Figura 4.10), el menor peso del racimo se obtuvo con el tratamiento sin nitrógeno (T1), dentro del grupo de los químicos (G1) y con el T6 que corresponde a los orgánicos (G2). El peso más alto se obtuvo con los tratamientos químicos con dosis de 120, 180 y 240 kg ha⁻¹ de N (T3, T4 y T5, respectivamente), diferentes a los tratamientos con orgánicos y las mezclas. El peso más bajo dentro de los tratamiento inorgánicos corresponde al tratamiento sin nitrógeno (T1) con peso de 9,02 kg, y para los orgánicos al tratamiento T6 con peso de 9,22 kg, todos los demás tienen un peso muy parecido en el análisis combinado. Se observó claramente la tendencia a rendimientos más altos con las dosis de N inorgánico que con el compost que aportaron las mismas cantidades de N. El mayor peso promedio de racimos se obtuvo con el tratamiento T5 (11,92 kg) y el menor con T1 (9,02 kg) (Figura 4.11.) Estos pesos de racimo son comparables con los obtenidos en un estudio semejante en Honduras, donde se lograron pesos promedios de 11,7 kg de plátano Curaré enano proveniente de cormos medianos (Amador & López, 2013).

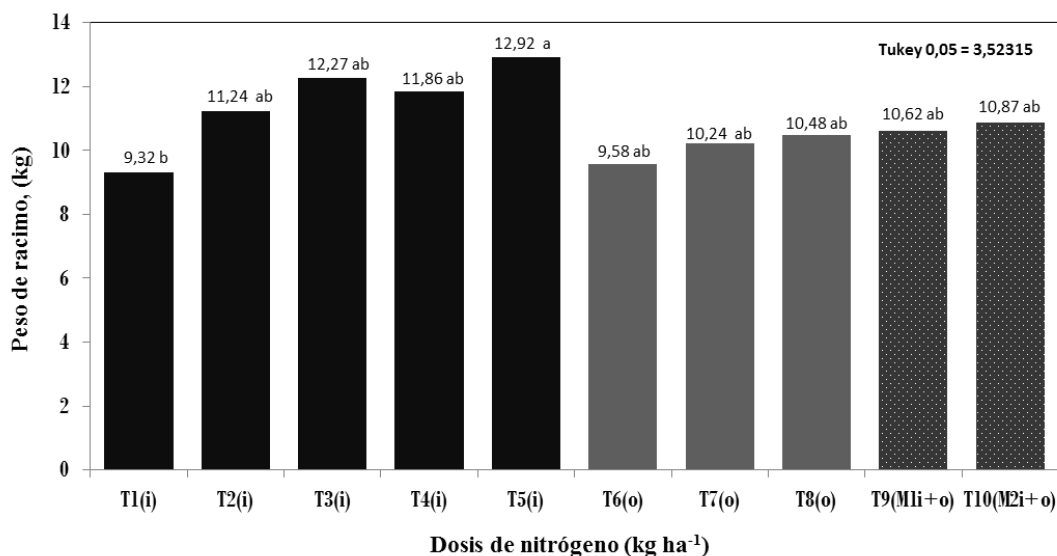


Figura 4.10. Comparación del efecto de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en el peso de racimo de plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

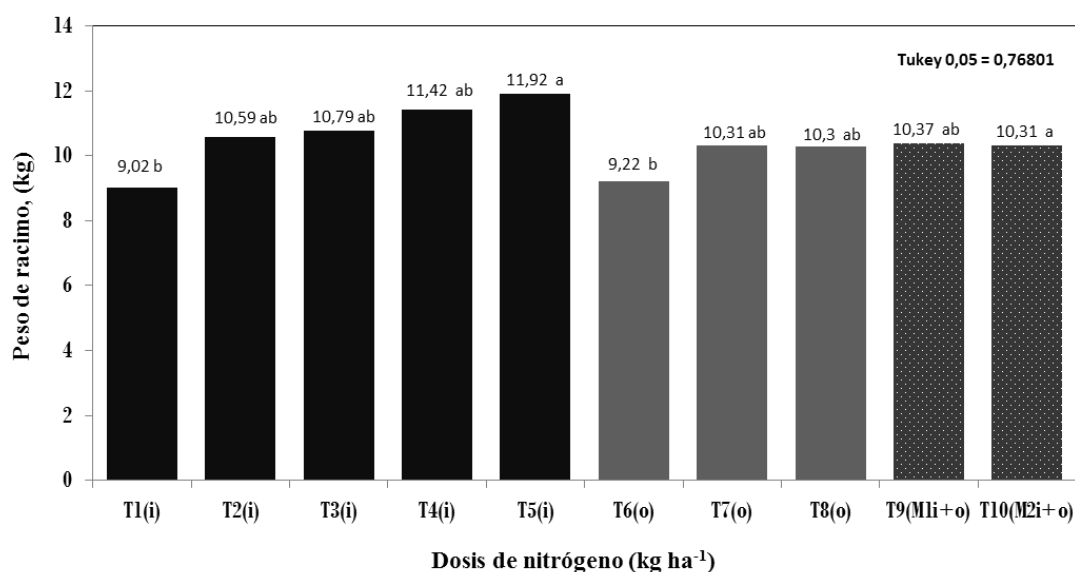


Figura 4.11. Comparación del efecto combinado de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en el peso de racimo de plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen, provincia de Manabí .

4.8. Producción de fruta

Con relación al rendimiento de fruta, los datos demostraron, que el comportamiento de la acumulación de rendimiento de fruta fue igual al comportamiento del peso del racimo. En Luz de América se obtuvieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos, la

comparación entre el tratamiento sin nitrógeno y los otros tratamientos químicos (T2, T3, T4, T5) y, a la comparación el testigo del Agricultor (T2) con los tratamientos químicos con nitrógeno (T3, T4 y T5). Además, en esa localidad se obtuvieron diferencias significativas para la combinación de tratamientos inorgánicos (T1 vs T1, T2, T3, T4, T5) vs orgánicos (T6, T7 y T8) (Anexo 16). En El Carmen no se presentaron diferencias estadísticas. Al realizar el análisis combinado se reporta diferencias significativas en tratamientos al comparar el testigo del Agricultor (T2) con los tratamientos químicos con nitrógeno (T3, T4 y T5) y para la combinación de tratamientos orgánicos (T6) vs (T7 y T8) (Anexo17).

En Luz de América (Figura 4.12), la menor producción de fruta se obtuvo con el tratamiento sin nitrógeno (T1), dentro del grupo de los químicos (G1) y con el T6 que corresponde a los orgánicos (G2). La producción más alta se obtuvo con los tratamientos químicos con dosis de 120, 180 y 240 kg ha⁻¹ de N (T3, T4 y T5, respectivamente), diferentes a los tratamientos con orgánicos y las mezclas. Nuevamente, los rendimientos de fruta en respuesta a las dosis de N inorgánico fueron mayores a las encontradas con las dosis de N aplicadas como compost. El tratamiento T5 alcanzó la mayor producción con 21 925 kg ha⁻¹ (Figura 4.13.) y el tratamiento T1 produjo solamente 16 880 kg ha⁻¹. Una investigación conducida en Quevedo, provincia de Los Ríos, reportó rendimientos de 21 500 kg ha⁻¹ de plátano barraganete sembrado también con una densidad de 2 222 plantas ha⁻¹ (Toapanta, Mite & Sotomayor, 2004).

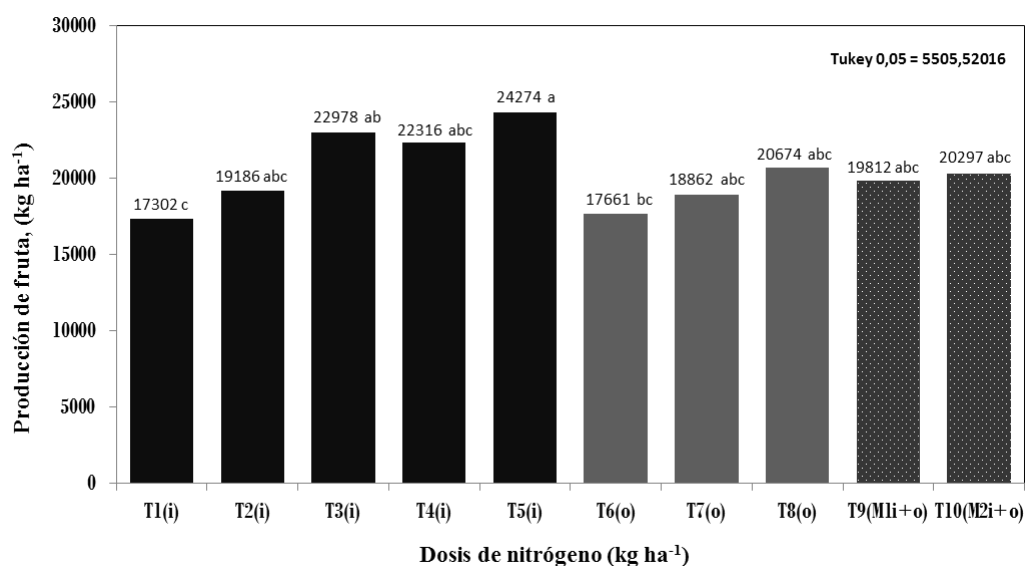


Figura 4.12. Comparación del efecto de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en la producción de fruta de plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

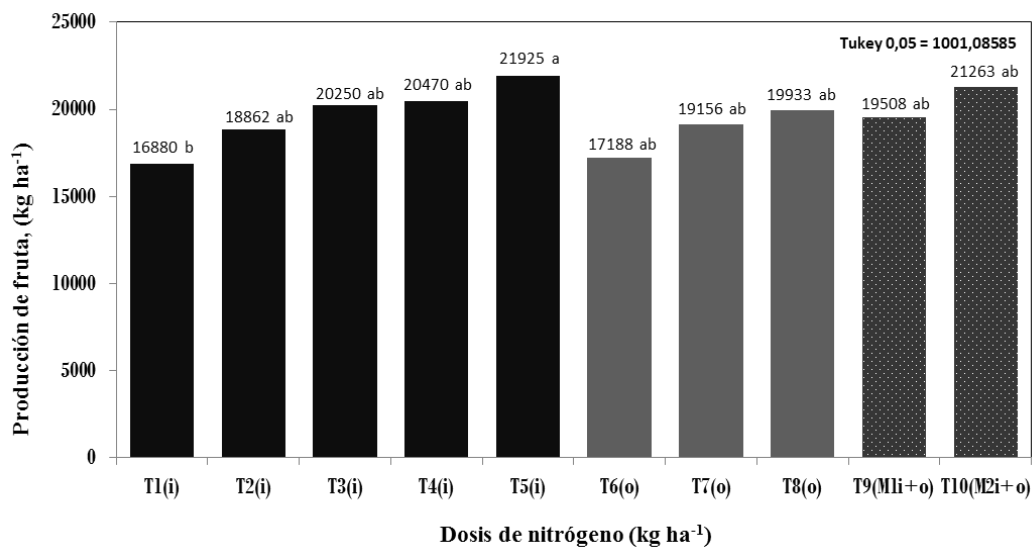


Figura 4.13. Comparación del efecto combinado de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en la producción de fruta de plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen, provincia de Manabí.

4.9. Materia seca del raquis

No se presentaron diferencias estadísticas para la variable materia seca en el raquis de plátano en las localidades y entre tratamientos.

4.10. Materia seca de la fruta

El peso de la materia seca de la fruta, parámetro que representa y normaliza el efecto de todos los factores de crecimiento, tuvo un comportamiento similar al que presentaron la mayoría de las variables discutidas anteriormente. Para la localidad de Luz de América se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos, al comparar el testigo del Agricultor (T2) con los tratamientos químicos con nitrógeno (T3, T4 y T5) y para la combinación tratamientos inorgánicos (T1 vs T1, T2, T3, T4, T5) vs orgánicos (T6, T7 y T8) (Anexo 18). Además, se obtuvieron diferencias altamente significativas para el tratamiento sin aplicar nitrógeno y los otros tratamientos químicos (T2, T3, T4 y T5) y, diferencias significativas para la combinación entre los inorgánicos con orgánicos vs las mezclas de fertilizantes (Anexo 19).

En Luz de América la menor producción de materia seca de la fruta se obtuvo con el tratamiento sin nitrógeno (T1), dentro del grupo de los químicos (G1) y con el T6 que corresponde a los orgánicos (G2). El mayor peso fue para el tratamiento T5 con 6 438,33 kg ha⁻¹ y el menor para el tratamiento T1 con 4 300,33 kg ha⁻¹ (Figura 4.14.), lo que reafirma que la utilización de fuentes inorgánicas de N influye en todo el ciclo productivo del plátano. En el Carmen no se observó diferencias estadísticas, lo que sí ocurrió en el análisis combinado que de acuerdo a la separación de medias el tratamiento que llegó con el mayor peso de materia seca de la fruta fue para el tratamiento 5 que comparte su rango

con el tratamiento 10 (mezcla de fertilizantes inorgánicos con orgánicos), y los menores pesos para los tratamientos T1 sin usar nitrógeno y para el tratamiento orgánico T6 (Figura 4.15.)

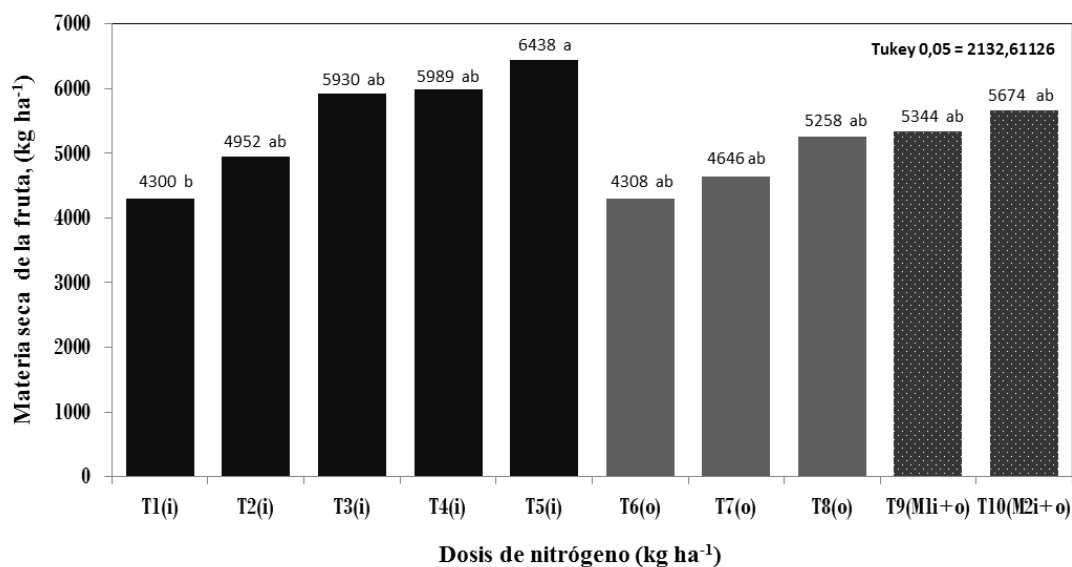


Figura 4.14. Comparación del efecto de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en materia seca de la fruta de plátano Curaré Enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

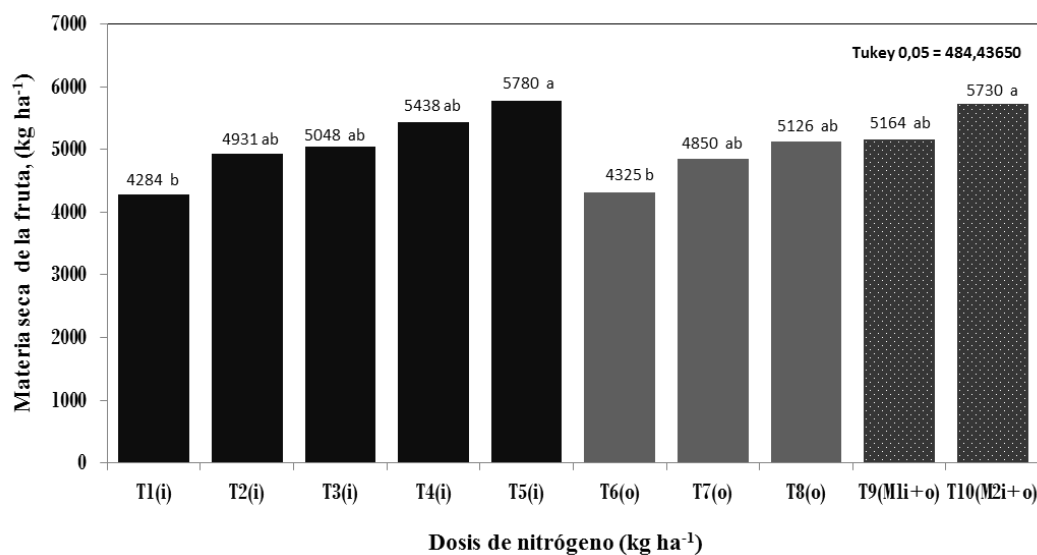


Figura 4.15. Comparación del efecto combinado de la aplicación de dosis de nitrógeno de fuentes minerales (i) y orgánicas (o) en materia seca de la fruta de plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen, provincia de Manabí.

4.11. Eficiencia Agronómica del nitrógeno

En las condiciones en las que se condujeron los estudios, los resultados de los experimentos de campo demostraron que la aplicación de N proveniente de una fuente inorgánica (urea) hizo que se expresen mejor los componentes de rendimiento que el N proveniente de una fuente orgánica (compost de residuos de matadero). Para ser los resultados del primer ciclo de crecimiento, la comparación parecería injusta teniendo en cuenta que la liberación del N de los materiales orgánicos a la solución del suelo toma mayor tiempo que los fertilizantes minerales (Brady & Weil, 2014; Havlin et al., 2014); sin embargo, el compost utilizado proviene del procesamiento de los residuos de una importante empresa que procesa carne y que produce un material que se esperaba sea bastante soluble y que compita bien con la fuente inorgánica, pero los resultados indican que este no fue el caso.

Este estudio buscaba encontrar parámetros de crecimiento y producción de la variedad de plátano Curaré enano, nuevo en la región. Además, se buscaba probar altas densidades como una alternativa que permita calendarizar la producción y al mismo tiempo obtener altos rendimientos. Dentro de este contexto, se intentó probar las dosis de N con diferentes fuentes para generar información sobre la dinámica de este nutriente en esta forma de producir plátano.

El análisis de N en el suelo no es confiable en las condiciones ambientales del trópico, porque el nutriente es muy dinámico en el suelo y se puede perder rápidamente de diversas formas. Además, muy pocos productores de plátano utilizan esta herramienta para planificar las estrategias de fertilización. Se necesitan nuevas formas de determinar la cantidad de N que debe aplicarse al suelo para obtener rendimientos rentables sin que afecten el ambiente. Una forma de hacerlo es determinado la eficiencia agronómica de N (EA_N) (Cassman et al., 2002; Espinosa & García, 2009).

La eficiencia agronómica se calcula utilizando los datos de la regresión de las dosis de N con el rendimiento y obtiene la cantidad de producto cosechado con cada kg de N aplicado. Lo que se busca es generar un parámetro que permita determinar la dosis de N necesaria para alcanzar el rendimiento que el ambiente agroecológico permite (Snyder, 2009; Witt, Pasuquin & Dobermann, 2006). Como los rendimientos en El Carmen no presentaron diferencias estadísticas en respuesta a la dosis de N, solamente se determinó la EA_N de Luz de América. El cálculo de la EA_N para la producción de fruta se presenta en la Tabla 4.1. y la Figura 4.16 y para la producción de racimos en la Tabla 4.2 y la Figura 4.17.

Tabla 4.1. Cálculo de la Eficiencia Agronómica de Nitrógeno para la producción de fruta del plátano Curaré enano en Luz de América Santo Domingo de los Tsáchilas.

Dosis de N	R_{NX}	R_{N0}	EA_N [(R_{NX}-R_{N0})/dosis N]
	----- kg ha ⁻¹ -----		kg de fruta kg ⁻¹ N
0	17185	17185	
60	19812	17185	44
120	21825	17185	39
180	23224	17185	34
240	24008	17185	28

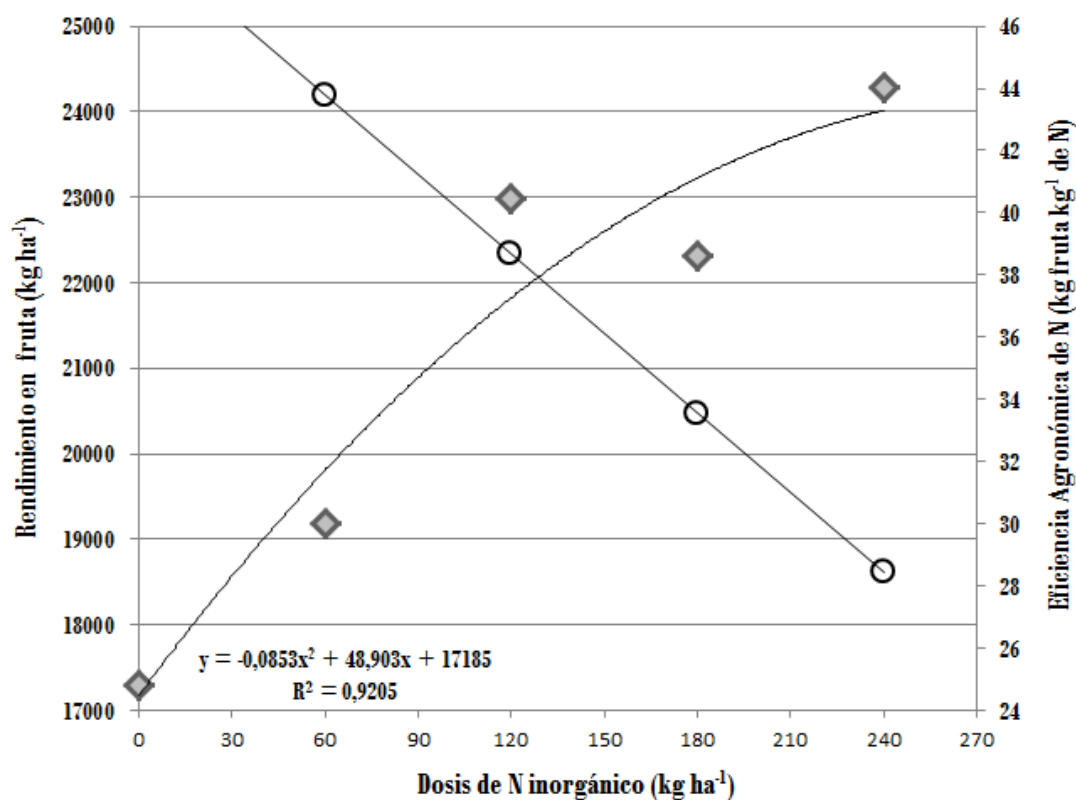


Figura 4.16. Efecto de la fertilización nitrogenada con fuentes minerales de nitrógeno en el rendimiento de fruta y en la Eficiencia Agronómica del plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Tabla 4.2. Cálculo de la Eficiencia Agronómica de Nitrógeno para la producción de racimos del plátano Curaré enano en Luz de América, Santo Domingo de los Tsáchilas.

Dosis de N	R_{NX}	R_{N0}	$EA_N [(R_{NX}-R_{N0})/\text{dosis N}]$
	kg ha ⁻¹		kg de racimos kg ⁻¹ N
0	20283	20283	
60	22271	20283	33
120	23824	20283	30
180	24942	20283	26
240	25625	20283	22

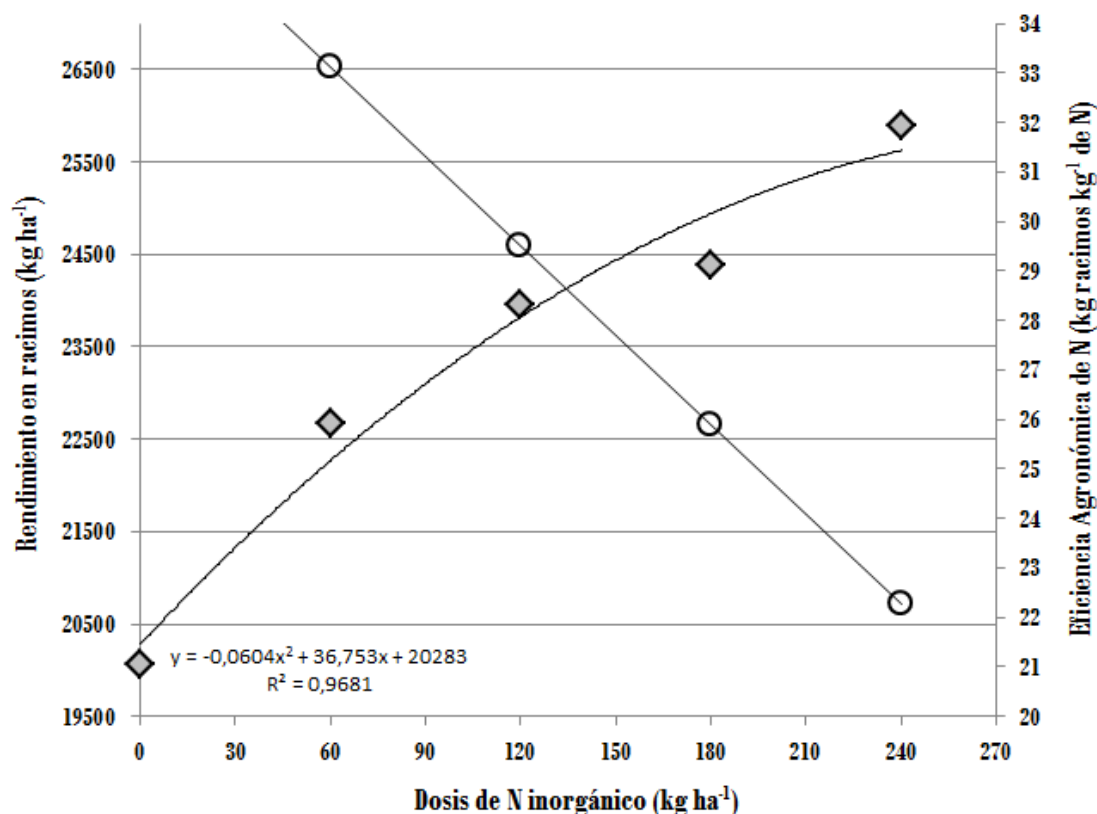


Figura 4.17. Efecto de la fertilización nitrogenada con fuentes minerales de nitrógeno en el rendimiento de racimos y en la Eficiencia Agronómica del plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Como era de esperarse, el incremento en rendimiento de fruta y de racimos se redujo a medida que se aumentaron las dosis de N, comportamiento que se conoce como la ley de los rendimientos decrecientes (Boraetto, Moraoka & Trevelin, 2008; Fageria et al., 2008). En estas condiciones, la eficiencia de uso de N se redujo rápidamente a medida que se aplicaban al suelo dosis más altas de N; es decir, se produjo menos kg de fruta o racimos por cada kg de N utilizado (Figuras 4.15 y 4.16). Por esta razón, fue necesario determinar cuál sería la EA_N que permita usar la menor cantidad de N para lograr rendimientos altos. Esta condición se logra graficando conjuntamente la curva de regresión obtenida con la respuesta de rendimiento con las dosis de N y la línea de los puntos del cálculo de la EA_N . El punto de intersección de estas dos líneas determina a que dosis de N la EA_N sería la más eficiente para acumular rendimiento (Cassman et al., 2002; Witt et al., 1999; Witt et al., 2006). De esta forma, si se considera solamente el rendimiento de fruta, la EA_N estaría en el rango de 35 a 40 kg de fruta kg⁻¹ de N aplicado. Si se considera el rendimiento de racimos (raquis y fruta) la EA_N está en el rango de 25 a 30 kg de racimos kg⁻¹ de N

aplicado. Desde el punto de vista práctico, es mejor utilizar la EA_N de los racimos porque se puede fácilmente obtener el peso de racimos a nivel de finca. Con los valores de la EA_N se puede determinar la dosis de N a aplicar en cualquier condición de manejo de altas densidades si se tiene el valor del rendimiento sin aplicación de N, que también se puede obtener fácilmente en el campo instalando una parcela de omisión de N y si se tiene una meta de rendimiento para la condición agroclimática igual a la que prevaleció en el desarrollo de la EA_N .

Una vez obtenido el valor de AE_N para un dominio de recomendación, caracterizado por condiciones de clima y suelo similares, se puede calcular la dosis de N a aplicar en la siguiente siembra usando la fórmula básica de cálculo de la EA_N [Dosis de N = (Rendimiento objetivo – Rendimiento sin aplicación de N)/ AE_N]. En el caso de plátano Curaré enano sembrado en altas densidades programadas para una sola cosecha, se puede determinar la dosis a aplicarse en la siguiente siembra si se conoce el rendimiento del material sin que se haya aplicado N, es decir, una parcela de omisión de N dentro del lote en producción (R_{N0}) y el rendimiento objetivo (R_{ob}) que es el rendimiento obtenido en el lote con buen manejo. Como ya se conoce la EA_N , el cálculo es sencillo, se puede utilizar la EA_N de la fruta, pero parecería mejor utilizar el EA_N de los racimos porque es más fácil determinar en el campo el rendimiento total de racimos en una hectárea.

Al seguir el procedimiento descrito anteriormente para determinar la dosis de N se puede evitar usar N en forma indiscriminada, con base en la tradición o en recomendaciones generales para todas las condiciones. Estas formas de manejo hacen que se pierda mucho N por volatilización de amoníaco (NH_3) y óxido nitroso (N_2O), ambos gases de efecto invernadero, además de pérdidas por lixiviación de nitrato (NO_3) que afecta las aguas subterráneas y los cuerpos de agua (Alvarez, Constantini, Álvarez, Martelloto & Lovera, 2012; Comte, Colin, Whalen, Grilnberger & Caliman, 2012). Una vez iniciado el proceso, el objetivo sería mejorar la EAN, es decir, producir más racimos por kg de N aplicado, afinando las prácticas de manejo que eviten las pérdidas de N.

4.12. Extracción de nutrientes

La producción de Curaré enano es nueva en la región productora de plátano de las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas y Manabí, por lo tanto, no existen datos sobre la acumulación total de nutrientes en los diferentes compartimentos de la planta, particularmente en siembras en alta densidad. En este estudio se determinó la acumulación

de nutrientes en el raquis y la fruta cosechados (Tablas 4.3., 4.4., 4.5. y 4.6.). Las cantidades de nutrientes acumuladas en estos dos compartimentos de la planta reflejaron estrechamente el comportamiento de la producción, es decir, existió mayor acumulación de nutrientes en Luz de América donde se acumuló más materia seca en los tejidos. A continuación se detalla la dinámica de acumulación de cada uno de los nutrientes en el raquis y en la fruta.

4.12.1 Nitrógeno

La absorción de N en el raquis presentó diferencias altamente significativas entre localidades. Luz de América la mayor acumulación de N se alcanzó con el tratamiento T2, con un promedio de $1,70 \text{ kg ha}^{-1}$ 13,51% del total de nutrientes absorbidos en el raquis, en comparación con El Carmen que fue de $1,39 \text{ kg ha}^{-1}$ (12,75%) en el mismo tratamiento. Con respecto al fruto, la mayor cantidad de N se acumuló en el tratamiento T3 con $59,30 \text{ kg ha}^{-1}$ (33%), mientras que el tratamiento T1 acumuló $46,94 \text{ kg ha}^{-1}$ (26%).

4.12.2. Fósforo

El P en el raquis de plátano es otro elemento que presentó diferencias altamente significativas para localidad y para tratamientos. La mayor cantidad de P absorbido correspondió al tratamiento T2 para la localidad Luz de América, con una cantidad de $0,20 \text{ kg ha}^{-1}$ (1,59%), mientras que en El Carmen la mayor absorción se alcanzó con el tratamiento T7 con $0,19 \text{ kg ha}^{-1}$ (1,89%). En el fruto, la mayor cantidad absorbida fue de $5,80 \text{ kg ha}^{-1}$ (5,53%) para el tratamiento T5 y $4,49 \text{ kg ha}^{-1}$ (2,80%) en el tratamiento T9.

4.12.3. Potasio

La extracción de K también tuvo diferencias estadísticas altamente significativas para los tratamientos. Los valores más altos en raquis se reportaron en la localidad de Luz de América, el tratamiento T3 tuvo $9,90 \text{ kg ha}^{-1}$ (79,26%), en comparación con El Carmen donde el tratamiento T2 tuvo $8,42 \text{ kg ha}^{-1}$ (77,25%). En el fruto, la mayor extracción de K se dio en El Carmen, donde el tratamiento T10 tuvo $107,6 \text{ kg ha}^{-1}$ (58,65%), frente al tratamiento T4 en Zoila Luz, que llegó a $104,8 \text{ kg ha}^{-1}$ (44,79%), confirmando que el K, junto con N, son los dos elementos que el plátano extrae en mayor cantidad.

4.12.4. Calcio

Las cantidades de Ca acumuladas en el raquis difieren estadísticamente entre localidades. En Luz de América la mayor cantidad de Ca se acumuló en el tratamiento T2 con $0,68 \text{ kg ha}^{-1}$ (5,41%), mientras que en El Carmen el tratamiento T4 acumuló $0,59 \text{ kg ha}^{-1}$ (6,39%). En el fruto, la mayor cantidad de Ca lo acumuló el tratamiento T5 en Luz de América con $19,32 \text{ kg ha}^{-1}$ (18,44%), en contraste con el tratamiento T10 en El Carmen que llegó a acumular $16,78 \text{ kg ha}^{-1}$ (9,15%).

4.12.5. Magnesio

La mayor acumulación de Mg en el raquis se produjo en Luz de América, el tratamiento T2 tuvo $0,17 \text{ kg ha}^{-1}$ (1,35%) en comparación con El Carmen en donde el mismo tratamiento acumuló $0,14 \text{ kg ha}^{-1}$ (1,28%). En el fruto, el tratamiento que mayor cantidad de Mg acumuló fue T5 con $7,08 \text{ kg ha}^{-1}$ (6,76%) en la localidad de Luz de América, mientras que en El Carmen el tratamiento T10 acumuló la mayor cantidad de Mg con $5,78 \text{ kg ha}^{-1}$ (3,15%).

4.12.6. Azufre

En Luz de América, el tratamiento T3 tuvo la mayor acumulación de S en el raquis con $0,26 \text{ kg ha}^{-1}$ (2,08%) frente a $0,23 \text{ kg ha}^{-1}$ (2,11%) en el tratamiento T2 en El Carmen. En el fruto el tratamiento T5 fue el que mayor cantidad de S acumuló en las dos localidades, con $3,22 \text{ kg ha}^{-1}$ (3,07%) en Luz de América y $2,56 \text{ kg ha}^{-1}$ (1,56%) en El Carmen.

Tabla 4.3. Comparación de la absorción de macronutrientes en el raquis de plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de los Tsáchilas y El Carmen, provincia de Manabí.

Tratamiento	Dosis de N kg ha ⁻¹	N		P		K		Ca		Mg		S	
		LA	EC	LA	EC	LA	EC	LA	EC	LA	EC	LA	EC
T1(i)	0	1,25	0,96	0,18	0,10	7,30	6,02	0,55	0,55	0,13	0,10	0,20	0,17
T2(i)	60	1,70	1,39	0,20	0,16	9,58	8,42	0,68	0,56	0,17	0,14	0,25	0,23
T3(i)	120	1,37	0,96	0,17	0,14	9,90	7,19	0,62	0,46	0,17	0,10	0,26	0,18
T4(i)	180	1,44	1,16	0,15	0,15	8,52	6,99	0,65	0,59	0,14	0,13	0,26	0,21
T5(i)	240	1,50	1,28	0,18	0,10	9,30	7,35	0,64	0,54	0,15	0,12	0,23	0,19
T6(o)	60	1,04	0,92	0,15	0,13	7,14	5,45	0,61	0,48	0,14	0,09	0,17	0,16
T7(o)	120	1,32	1,16	0,19	0,19	9,15	7,84	0,66	0,56	0,14	0,12	0,20	0,17
T8(o)	180	1,18	0,98	0,17	0,14	7,89	6,85	0,63	0,48	0,14	0,10	0,24	0,20
T9(M1i+o)	120+60	1,38	0,99	0,16	0,11	8,60	5,96	0,60	0,39	0,14	0,10	0,20	0,17
T10(M2i+o)	60+120	1,55	1,21	0,16	0,15	7,14	6,60	0,52	0,52	0,13	0,11	0,19	0,20

LA= Luz de América; EC= El Carmen

Tabla 4.4. Comparación de la absorción de macronutrientes en la fruta de plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de los Tsáchilas y El Carmen, provincia de Manabí.

Tratamiento	Dosis de N kg ha ⁻¹	N		P		K		Ca		Mg		S	
		LA	EC	LA	EC	LA	EC	LA	EC	LA	EC	LA	EC
T1(i)	0	34,40	46,94	4,54	3,42	76,54	81,09	14,62	12,71	4,30	4,27	2,15	1,70
T2(i)	60	34,66	44,19	4,45	3,93	98,04	87,40	12,88	14,24	5,45	4,91	2,48	1,97
T3(i)	120	59,30	37,49	4,75	3,75	94,29	79,14	13,64	14,16	6,52	4,17	2,37	1,67
T4(i)	180	47,91	39,10	4,79	3,42	104,8	85,03	16,17	12,71	5,99	4,89	2,40	1,95
T5(i)	240	57,95	40,97	5,80	4,10	112,6	96,27	19,32	15,36	7,08	5,12	3,22	2,56
T6(o)	60	43,08	34,73	3,88	2,54	77,54	86,39	12,92	12,59	5,17	4,78	2,15	1,74
T7(o)	120	41,81	40,73	4,18	4,55	86,88	94,51	12,08	15,67	5,11	5,06	2,15	2,02
T8(o)	180	52,08	39,95	4,28	3,99	94,64	90,38	15,25	12,48	5,26	4,50	2,10	2,00
T9(M1i+o)	120+60	48,10	44,86	4,28	4,49	85,51	89,22	13,36	14,95	5,35	4,98	2,14	1,99
T10(M2i+o)	60+120	45,39	46,94	4,54	4,63	94,19	107,6	17,02	16,78	5,68	5,78	2,27	1,74

LA= Luz de América; EC= El Carmen

Tabla 4.5. Comparación de la absorción de micro elementos en el raquis de plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de los Tsáchilas y El Carmen, provincia de Manabí.

Tratamiento	Dosis de N kg ha ⁻¹	B		Cu		Fe		Mn		Zn	
		LA	EC	LA	EC	Absorción, g ha ⁻¹		LA	EC	LA	EC
T1(i)	0	3,10	2,59	0,31	0,37	26,76	57,69	0,78	1,11	2,35	1,63
T2(i)	60	3,73	3,25	0,34	0,37	51,65	22,69	0,91	1,12	3,16	1,21
T3(i)	120	4,33	2,29	0,53	0,22	31,64	13,21	0,84	0,81	2,43	0,44
T4(i)	180	2,56	3,08	0,31	0,19	43,55	20,40	0,82	1,16	2,67	0,87
T5(i)	240	4,60	2,72	0,32	0,26	60,05	20,66	0,85	0,94	2,03	0,94
T6(o)	60	3,60	1,70	0,40	0,21	45,04	15,41	0,72	0,71	1,60	0,49
T7(o)	120	3,26	2,85	0,41	0,18	23,00	26,63	0,71	0,89	1,83	0,98
T8(o)	180	2,76	2,33	0,45	0,30	33,10	16,91	0,81	0,90	1,27	0,75
T9(M1i+o)	120+60	3,41	2,12	0,49	0,28	42,85	17,38	0,98	0,78	0,98	0,78
T10(M2i+o)	60+120	2,50	2,94	0,48	0,26	33,40	18,62	1,07	1,04	2,23	1,04

LA= Luz de América; EC= El Carmen

Tabla 4.6. Comparación de la absorción de microelementos en el fruto de plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de los Tsáchilas y El Carmen, provincia de Manabí.

Tratamiento	Dosis de N kg ha ⁻¹	Absorción g, ha ⁻¹									
		B		Cu		Fe		Mn		Zn	
		LA	EC	LA	EC	LA	EC	LA	EC	LA	EC
T1(i)	0	81,71	51,21	12,90	17,07	378,43	627,3	12,90	21,34	17,20	46,94
T2(i)	60	118,8	83,47	19,81	24,55	465,46	535,1	14,86	19,64	24,76	49,10
T3(i)	120	88,96	79,14	23,72	20,82	622,69	358,2	17,79	16,66	29,65	45,81
T4(i)	180	88,96	102,6	17,97	14,66	395,23	356,7	17,97	14,66	35,93	48,87
T5(i)	240	77,85	76,81	19,32	25,60	1068,7	440,3	38,63	20,48	38,63	56,33
T6(o)	60	124,93	99,85	21,54	21,71	435,09	395,0	12,92	21,71	17,23	43,11
T7(o)	120	102,21	90,97	23,23	25,27	459,94	470,0	9,29	10,11	23,23	55,60
T8(o)	180	136,70	79,90	26,29	19,98	588,84	459,4	15,77	14,98	15,77	49,94
T9(M1i+o)	120+60	122,92	64,80	21,38	24,92	716,14	398,2	16,03	14,95	26,72	44,86
T10(M2i+o)	60+120	153,20	109,9	22,69	28,94	2144,8	434,0	22,69	23,15	22,69	52,08

LA= Luz de América; EC= El Carmen

4.13. Macrofauna

La evaluación de la macrofauna del suelo de las dos localidades, hasta una profundidad de 30 cm, encontró un total de 14 grupos taxonómicos (Oligoqueta, Formicidae, Coleóptera, Araneae, Isopoda, Isoptera, Myriápoda, Díptera, Lepidóptera, Palmonata, Hemiptera, Blattodea, Orthoptera, y Dermaptera)..

A la siembra del experimento en Luz de América se encontraron 12 grupos taxonómicos (Oligoqueta, Formicidae, Coleóptera, Araneae, Isopoda, Isoptera, Myriápoda, Díptera, Lepidóptera, Palmonata, Hemiptera y Blattodea), mientras que El Carmen se presentaron solamente ocho grupos taxonómicos (Oligoqueta, Formicidae, Coleóptera, Araneae, Isopoda, Isoptera, Myriápoda y Palmonata) (Tabla 4.7.). Al inicio del cultivo, las lombrices (Oligoqueta) fueron el grupo taxonómico más abundante en la capa de 0 a 10 cm en las dos localidades, pero a los cuatro meses de la siembra se observó que esta población se refugió en la capa de 10 a 20 cm.

El segundo grupo más abundante fueron las hormigas (Formicidae), quienes se encontraron en mayor cantidad en los primeros 10 centímetros, aunque también se les encontró en la capa de 20 a 30 cm. Cuatro meses después de la siembra, la presencia de los grupos taxonómicos para las dos localidades se mantuvo, pero se ausentaron los grupos Palmonata, y Orthoptera en Luz de América y el grupo Dermaptera en El Carmen (Tabla 4.8). Ocho meses después de la siembra el grupo Orthoptera se ausentó en Luz de América y Dermaptera en El Carmen (Tabla 4.9.).

La aplicación de fertilizantes químicos y orgánicos no influyeron en la población y biomasa de la macrofauna edáfica. Sin embargo, se puede observar que fue a la siembra cuando se encontró la mayor cantidad de individuos (261 individuos m^{-2}) para el tratamiento T1 en Luz de América y en el tratamiento T10 (299 individuos m^{-2}) en El Carmen. En las dos localidades la menor población y densidad fue para el T6 donde se encontró 48 y 85 individuos m^{-2} para Luz de América y El Carmen, respectivamente (Tabla 4.10.).

Se ha demostrado que existe un efecto positivo sobre la producción cuando la biomasa de lombrices es superior a los 30 $g m^{-2}$ (Ayuke et al., 2009; Brown et al., 2001; Kamu & Karanja, 2014). En este estudio, con el uso de diferentes fuentes de N, la mayor biomasa se reportó para el tratamiento T2, es decir, 60 $kg ha^{-1}$ de N inorgánico alcanzando 22,4 $g m^{-2}$. Cuatro meses después de la siembra se observó que la población de macrofauna se desplazó de los 10 hacia los 20 cm del suelo, mientras que a los 30 cm la población disminuyó drásticamente en la dos localidades (Tabla 4.11.). La situación de la población

de macrofauna a los ocho meses después de la siembra fue muy parecida a la anterior (Tabla 4.12.).

Tabla 4.7. Parámetros descriptivos de los diferentes grupos taxonómicos de la macrofauna a diferentes profundidades del suelo a la siembra del cultivo de plátano en Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen, provincia de Manabí.

Grupos	0 a 10 cm				10 a 20 cm				20 a 30 cm															
	Media		DS		Mínimo		Máximo		Media		DS		Mínimo		Máximo									
	Luz de América	El Carmen	Luz de América	El Carmen	Luz de América	El Carmen	Luz de América	El Carmen	Luz de América	El Carmen	Luz de América	El Carmen	Luz de América	El Carmen	Luz de América	El Carmen								
<i>Oligoqueta</i>	4	10	7	7	0	0	26	29	1	1	1	1	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0		
<i>Formicidae</i>	2	0	4	1	0	0	17	2	1	0	1	0	0	0	5	2	0	0	1	0	0	0	3	1
<i>Coleoptera</i>	1	1	1	1	0	0	3	6	0	1	1	1	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Araneae</i>	0	0	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Isopoda</i>	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	1	1	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Isoptera</i>	0	0	2	0	0	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myriapoda</i>	0	1	1	3	0	0	3	15	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Diptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lepidoptera</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Palmonata</i>	0	0	1	1	0	0	3	3	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hemiptera</i>	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Blattodea</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Orthoptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dermaptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

DS = Desviación Standar

Tabla 4.8. Parámetros descriptivos de los diferentes grupos taxonómicos de la macrofauna a diferentes profundidades del suelo a los cuatro meses de la siembra del cultivo de plátano en Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen, provincia de Manabí.

Grupos	0 a 10 cm				10 a 20 cm				20 a 30 cm															
	Media		DS		Mínimo		Máximo		Media		DS		Mínimo		Máximo									
	Luz de América	El Carmen	Luz de América	El Carmen	Luz de América	El Carmen	Luz de América	El Carmen	Luz de América	El Carmen	Luz de América	El Carmen	Luz de América	El Carmen	Luz de América	El Carmen								
<i>Oligoqueta</i>	4	0	4	0	0	0	16	0	2	4	3	4	0	0	9	16	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Formicidae</i>	2	0	4	0	0	0	19	1	2	1	5	1	0	0	25	4	0	0	1	0	0	0	5	0
<i>Coleoptera</i>	1	0	2	0	0	0	8	1	1	1	1	2	0	0	5	6	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Araneae</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Isopoda</i>	1	0	2	0	0	0	9	0	0	1	1	2	0	0	3	13	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Isoptera</i>	1	0	2	0	0	0	9	0	0	0	1	1	0	0	7	4	0	0	1	0	0	0	4	0
<i>Myriapoda</i>	0	0	1	0	0	0	2	1	0	1	1	1	0	0	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diptera</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lepidoptera</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Palmonata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hemiptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Blattodea</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Orthoptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Dermaptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0

DS = Desviación Standar

Tabla 4.9. Parámetros descriptivos de los diferentes grupos taxonómicos de la macrofauna a diferentes profundidades del suelo a los ocho meses de la siembra del cultivo de plátano en Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen, provincia de Manabí.

Grupos	0 a 10 cm				10 a 20 cm				20 a 30 cm															
	Media		DS		Mínimo		Máximo		Media		DS		Mínimo		Máximo									
	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>								
<i>Oligoqueta</i>	1	2	1	3	0	0	5	10	0	1	1	2	0	0	3	11	0	0	0	0	0	0		
<i>Formicidae</i>	1	2	2	3	0	0	6	16	1	1	2	2	0	0	6	9	0	1	0	1	0	0	1	3
<i>Coleoptera</i>	1	0	1	1	0	0	5	2	1	0	1	1	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Araneae</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	9	0
<i>Isopoda</i>	2	0	3	0	0	0	12	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Isoptera</i>	1	0	3	0	0	0	14	2	0	0	0	2	0	0	2	8	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Myriapoda</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diptera</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lepidoptera</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Palmonata</i>	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hemiptera</i>	0	0	1	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Blattodea</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Orthoptera</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dermaptera</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

DS = Desviación Standar

Tabla 4.10. Efecto de la fertilización convencional y orgánica en la densidad poblacional m^{-2} y biomasa $g m^{-2}$ de la macrofauna existente en el suelo a diferentes profundidades, a la siembra en el cultivo de plátano en Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen, provincia de Manabí.

Grupos	0 a 10 cm				10 a 20 cm				20 a 30 cm			
	Densidad Poblacional Individuos m^2		Biomasa $g m^{-2}$		Densidad Poblacional Individuos m^2		Biomasa $g m^{-2}$		Densidad Poblacional Individuos m^2		Biomasa $g m^{-2}$	
	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>
Fi 0	261	288	2,0	5,7	69	27	1,0	0,4	0	5	0,0	0,1
Fi 60	187	139	1,4	22,4	21	32	0,6	1,5	0	0	0,0	0,0
Fi120	155	128	1,1	3,6	53	69	4,7	3,1	11	0	0,0	0,0
Fi180	197	149	3,9	8,3	85	69	0,6	2,0	0	0	0,1	0,0
Fi 240	80	192	0,4	9,0	37	27	0,8	0,7	0	0	0,1	0,0
Fo 60	48	85	3,5	2,2	27	11	0,0	0,7	21	5	0,0	0,3
Fo 120	75	304	0,6	5,7	27	27	2,0	1,5	0	5	0,0	0,3
Fo 180	117	112	8,6	4,1	37	32	0,5	1,1	11	0	0,3	0,0
Fi120+Fo60	155	283	4,0	7,2	53	37	0,3	5,9	11	11	0,0	0,2
Fi60+Fo120	53	299	4,5	14,8	59	37	2,3	0,2	0	0	0,0	0,0

Tabla 4.11. Efecto de la fertilización convencional y orgánica en la densidad poblacional m^{-2} y biomasa $g m^{-2}$ de la macrofauna existente en el suelo a diferentes profundidades, a los cuatro meses de la siembra en el cultivo de plátano en Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen, provincia de Manabí.

Grupos	0 a 10 cm				10 a 20 cm				20 a 30 cm			
	Densidad Poblacional Individuos m^{-2}		Biomasa $g m^{-2}$		Densidad Poblacional Individuos m^{-2}		Biomasa $g m^{-2}$		Densidad Poblacional Individuos m^{-2}		Biomasa $g m^{-2}$	
	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>
Fi 0	101	91	1,1	9,4	85	27	0,1	1,8	48	0	0,1	0,0
Fi 60	213	229	6,0	7,0	107	112	1,2	1,5	0	0	0,0	0,0
Fi120	64	123	4,3	2,5	139	117	1,5	1,3	0	0	0,0	0,0
Fi180	64	149	5,3	4,5	123	43	1,9	6,0	5	0	0,0	0,0
Fi 240	85	139	3,1	5,7	64	43	5,2	3,9	0	5	0,0	0,0
Fo 60	128	80	15,5	10,5	69	48	4,1	0,9	0	0	0,0	0,0
Fo 120	235	91	7,5	6,2	101	16	4,2	0,1	0	5	0,0	0,0
Fo 180	283	123	25,5	9,6	91	43	3,2	1,8	5	0	0,3	0,0
Fi120+Fo60	37	101	2,6	3,4	59	43	3,0	0,3	0	0	0,0	0,0
Fi60+Fo120	197	139	8,4	5,6	203	53	3,1	0,9	5	0	0,4	0,0

Tabla 4.12. Efecto de la fertilización convencional y orgánica en la densidad poblacional m^{-2} y biomasa $g m^{-2}$ de la macrofauna existente en el suelo a diferentes profundidades, a los ocho meses de siembra del cultivo de plátano en Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen, provincia de Manabí.

Grupos	0 a 10 cm				10 a 20 cm				20 a 30 cm			
	Densidad Poblacional Individuos m^{-2}		Biomasa $g m^{-2}$		Densidad Poblacional Individuos m^{-2}		Biomasa $g m^{-2}$		Densidad Poblacional Individuos m^{-2}		Biomasa $g m^{-2}$	
	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>	<i>Luz de América</i>	<i>El Carmen</i>
Fi 0	53	101	1,1	2,7	37,3	96,0	0,9	1,6	0,0	16,0	0,0	0,0
Fi 60	64	96	1,8	2,1	42,7	48,0	0,6	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Fi120	117	117	0,1	6,9	21,3	58,7	0,1	0,6	5,3	10,7	0,1	0,0
Fi180	112	59	0,9	1,1	26,7	10,7	0,1	0,2	0,0	10,7	0,0	0,0
Fi 240	37	59	3,5	3,6	26,7	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fo 60	75	171	0,9	2,0	21,3	64,0	0,6	0,1	10,7	16,0	0,0	0,0
Fo 120	43	37	1,7	2,8	48,0	53,3	1,1	0,2	0,0	10,7	0,0	0,1
Fo 180	69	101	2,6	2,8	112,0	53,3	3,5	1,0	5,3	16,0	0,6	2,0
Fi120+Fo60	128	43	0,9	1,1	53,3	26,7	1,6	1,7	0,0	10,7	0,0	0,1
Fi60+Fo120	128	53	1,0	1,0	37,3	37,3	0,2	0,4	0,0	5,3	0,0	0,5

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se desarrolló la presente investigación, el uso de una fuente inorgánica de N para satisfacer las necesidades nutricionales del plátano Curaré enano, sembrado en altas densidades, tuvo un efecto positivo en los componentes de rendimiento altura de planta, diámetro del pseudotallo y número de hojas a la cosecha, condición que se reflejó en la acumulación de racimos y fruta. Además, la aplicación de N aceleró el tiempo a la floración en 35 días lo que representa una ventaja en los sistemas de siembra de alta densidad. Se demostró que con el sistema de siembra en altas densidades y en las condiciones agroclimáticas de Luz de América se puede lograr un rendimiento de 25 t ha⁻¹ de racimos, este sería el rendimiento objetivo para posteriores siembras.

La utilización de una fuente orgánica de N en las mismas dosis que la fuente inorgánica no tuvo el mismo efecto en términos de los componentes de rendimiento y de la acumulación final de N en racimos y fruta. La fuente orgánica utilizada fue un compost hecho de los residuos de matadero que se esperaba tuviera una buena cantidad de nutrientes solubles luego del trabajo de compostaje, sin embargo, su efecto sobre el rendimiento fue menor, posiblemente porque el N (y los otros nutrientes) no pasaron a ser disponibles durante el periodo de tiempo en que se quedó en el campo el cultivo en altas densidades (un ciclo de crecimiento).

Por otro lado, fue notoria la diferencia en crecimiento y rendimiento del plátano Curaré enano entre las dos localidades, Luz de América en Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen en Manabí, aun cuando los dos recibieron el mismo manejo. Los tratamientos, tanto de la fuente inorgánica como de la orgánica, en su mayoría no desarrollaron efectos positivos que sean estadísticamente diferentes en El Carmen. Este efecto podría deberse a la diferencia entre suelos de las dos localidades, el suelo de Zoila Luz es un Andisol profundo, con un epipedón melánico rico en materia orgánica, formado por su cercana ubicación a la cordillera de los Andes que dejó una capa de ceniza apreciable donde se desarrolló el suelo. El suelo de El Carmen es también un Andisol, pero el horizonte A es mucho más delgado por estar alejado de la cordillera, es decir, recibió una capa más delgada de ceniza que no permitió que se desarrolle un epipedón melánico de mayor fertilidad.

El nitrógeno proveniente de fuente inorgánica provoca mejoras en las características de rendimiento del plátano en estado inicial, cuando comparado con nitrógeno de fuente orgánica.

Los fertilizantes orgánicos e inorgánicos no influyeron en la densidad y biomasa de la macrofauna del suelo. Se observó que los organismos presentes, se desplazan desde los 10 primeros cm del suelo a los siguientes 10 cm (20 cm de profundidad) a los cuatro meses después de la siembra, posiblemente en busca de mejores condiciones, como mayor humedad, necesarias para su crecimiento.

RECOMENDACIONES

- Diseñar experimentos de manejo que prueben y afinen la EA_N en el campo, es decir, diseñar formas innovadoras de manejo que permitan incrementar el rendimiento de racimos o fruta por unidad de N aplicado. Los valores de EA_N desarrollados en este estudio son buenos parámetros para iniciar estos estudios.
- Continuar probando fuentes orgánicas de N que puedan competir con los fertilizantes inorgánicos para acumular el rendimiento.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, C., Constantini, A., Álvarez, C., Martelloto, E. & Lovera, E. (2012). *Origen de las emisiones de óxido nitroso en sistemas agrícolas de la pampa semiárida central*. XIX Congreso Latinoamericano y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo "Latinoamérica unida protegiendo sus suelos, Mar de Plata, Argentina.
- Amador, E. & López, K. (2013). Evaluación del efecto del tamaño de cormo y Mycoral en Plátano (*Musa* sp. var. Curare enano). Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.
- Anderson, J. (1977). The Organization of Soil Animal Communities. *Ecological Bulletins*, 25, 15-23.
- Ayuke, F., Karanja, N., Muya, E., Musombi, B., Mungatu, J. & Nymamasyo, G. (2009). Macrofauna diversity and abundance across different land use systems in Embu, Kenia. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 2(11), 371-384.
- Bekunda, M. & Manzy, G. (2003). Use of the partial nutrient budget as an indicator of nutrient depletion in the highlands of southwestern Uganda. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 67, 187-195.
- Belalcázar, S. (1991). El cultivo de plátano (*Musa* AAB Simmonds) en el trópico. In S. Belalcázar, J. Toro & R. Jaramillo (Eds.), *Manual de Asistencia Técnica*. Armenia, Colombia: INIBAP.
- Belalcázar, S., Rosales, F. & Espinosa, J. (2003, agosto). *Altas densidades de siembra en plátano, una alternativa rentable y sostenible de producción*. Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musáceas en los trópicos, Congreso presentado en por el inibap en Guayaquil, Ecuador.
- Boraetto, A., Moraoka, T. & Trevelin, P. (2008). Uso Eficiente del Nitrógeno de los fertilizantes convencionales. *Informaciones Agronómicas*, 68, 13-14.
- Brady, N. & Weil, R. (2014). *Elements of the nature and properties of soils*. New York: Pearson Press.
- Brown, G., Fragosos, C., Baros, I., Rojas, P., Patrón, J., Bueno, J. & Rodriguez, C. (2001). Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. *Acta Zoológica Mexicana*, 1 (79-100).

- Caballero, V. (2010). Evaluación de la producción de plátano de la variedad Curaré enano en función de dos épocas de siembra y tres programas de fertilización. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.
- Cassman, K. , Dobermann, A. & Walters, D.. (2002). Agroecosystems, Nitrogen-use efficiency and nitrogen management. *Ambio*, 31(2), 132-140.
- Comte, I., Colin, F., Whalen, J., Grilnberger, O. & Caliman, J. (2012). Agricultural practices in oil palm plantations and their impact on hydrological changes, nutrient fluxes and water quality in Indonesia: A review. In D. Sparks (Ed.), *Advances in Agronomy*, Vol. 116, pp. 71-124. Burlington: Academic Press, .
- Espinosa, J., Belalcazar, S., Chacón, A. & Suárez, D. (1998). *Manejo del cultivo del plátano en altas densidades*. Seminario de fertilización del plátano en densidades altas, Armenia, Colombia.
- Espinosa, J. & García, J. (2009). *Herramientas para mejorar la eficiencia de uso de nutrientes en maíz*. Memorias del Simposio "Uso eficiente de Nutrientes" presentado por el IPNI en el XVIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Costa Rica.
- Espinosa, J. & Mite, F. (2000). Estado actual y futuro de la nutrición y fertilización del banano (pp. 1-14). Quito, Ecuador: Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS).
- Fageria, N., Baligar, V. & Li, Y. (2008). The role of nutrient efficient plants in improving crop yields in the twenty first century. *Journal of Plant Nutrition*, 31(6), 1121-1157.
- FENAPROPE. (2011, mayo). Análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la cadena agroalimentaria del plátano. Ponencia presentada por Presidente de la Federación Nacional de Productores de Plátano en El Carmen, Ecuador.
- Fixen, P. (2009). *Eficiencia de uso de nutrientes en el contexto de agricultura sostenible*. Memorias del Simposio "Uso eficiente de Nutrientes" presentado por el IPNI en el XVIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo.
- Furcal-Beriguete, P. & Baquero-Badilla, A. (2014). Fertilización del plátano con nitrógeno y potasio durante el primer ciclo productivo. *Agronomía Mesoamericana*, 25(2), 267-278.
- García, I. & Dorronsoro, C. (2000). *Contaminación del suelo*. Granada, España: Departamento de Edafología y Química Agrícola, Universidad de Granada.

- <http://edafología.ugr.es/corto/tema00/progr.htm> “Contaminación del suelo”, Edafología, vol. 7-3 <http://agrarias.tripod.com/index.htm>
- Grupo JEPROL. (2014). Plátanos de Ecuador. Recuperado el 10 de diciembre, 2014, de <http://www.jeproroll.com/Platanos.php>
- Havlin, J., Beaton, J., Tisdale, S. & Nelson, W. (2014). *Soil fertility and fertilizers. An introduction to nutrient management* (Eight ed.): Pearson Prentice Hall.
- Hernández, Y., Marín, M. & García, J. (2007). Respuesta en el rendimiento del plátano (*Musa* AAB cv. Hartón), en función de la nutrición mineral y su ciclo fenológico. Parte II. Contenido mineral. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 21, 114-120.
- Irizarry, H., Montalvo, R. & Chavarría, J. (2010). *Conjunto tecnológico para la producción de plátanos y guineos*. Investigaciones Agrícolas del Departamento de Agricultura Federal Mayaguez: Univeridad de Puerto Rico.
- Jen-Hshuan, C. (2006). *The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility*. International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use, Bangkok, Thailand.
- Jones, B. (2012). *Plant nutrition and soil fertility manual*. London: CRC Press.
- Kamu, S. & Karanja, N. (2014). Short-term influence of compost application on maize yield, soil macrofauna diversity and abundance in nutrient deficient soils of Kakamega County, Kenya. *Plant and Soil*, 387, 379-394.
- Marschner, P. (Ed.). (2012). *Mineral Nutrition of Higher Plants* (Third ed.). London: Academic Press.
- Marschner, P. & Rengel, Z. (2012). Nutrient availability in soils. In P. Marschner (Ed.), *Mineral Nutrition of Higher Plants* (Third ed., pp. 315-330). London: Academic Press.
- Mengel, K. & Kirkby, E. (2000). *Principios de Nutrición Vegetal* (4ta. ed.). Basilea, Suiza: IPNI.
- Orozco, J. & Pérez, O. (2006). Tensión de humedad del suelo y fertilización nitrogenada en plátano (*Musa* AAA Simmonds) cv. Gran enano. *Agrociencias*, 162, 32-35.

- Piedraita, J. (2012). Entorno económico del cultivo de plátano para el mercado nacional. Recuperado el 5 de diciembre, 2014, de <http://es.slideshare.net/aescecolombia/entorno-economico-del-platano-asociado>
- Robinson, J. & Galán, V. (2011). *Plátanos y Bananas* (2da ed.). Madrid, España: ASPROCAN.
- Roldán, D., Tejada, M. & Salazar, M. (2004). Caracterización de la cadena de plátano en Colombia. Bogotá, Colombia: IICA.
- Sancho, H. (1999). Curvas de absorción de nutrientes: importancia y uso en los programas de fertilización. *Infomaciones Agronómicas*, 36, 1-3.
- Schlesinger, W. (2009). On the fate of anthropogenic nitrogen. *PNAS*, 106(1), 203-208.
- SINAGAP. (2014). Producción de plátano. Recuperado el 10 diciembre, 2014, de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/component/search/?searchword=platanos&searchphrase=all&Itemid=917>
- Snyder, C. (2009). *Eficiencia de uso del nitrógeno: Desafíos mundiales, tendencias futuras*. Simposio de uso eficiente de nutrientes, San José, Costa Rica.
- Snyder, C., Bruulsema, T. & Jensen, T. (2007). Best management practices to minimize greenhouse gas emissions associated with fertilizer use. *Better Crops*, 91(4), 16-18.
- Snyder, C., Bruulsema, T., Jensen, T. & Fixen, P. (2009). Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 133, 247–266.
- Soto, G. (2003). *Abonos orgánicos: El proceso de compostaje*. Taller de abonos orgánicos, San Jose, Costa Rica.
- Toapanta, J., Mite, F. & Sotomayor, I. (2004). *Efecto de la fertilización y altas densidades de plantas sobre el rendimiento del cultivo de plátano en la zona de Quevedo*. IX Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo, Loja, Ecuador.
- Torres, N., & Hernández, J. (2004). Efecto del número de hojas en el desarrollo del racimo de plátano Hartón (*Musa AAB*). *Revista Agroalimentación & Desarrollo Sustentable*, 5(3), 17-22

- White, P. (2012). Ion uptake mechanisms of individual cells and roots: short distance transport. In P. Marschner (Ed.), *Mineral nutrition of higher plants* (Third ed., pp. 7-44). London: Academic Press.
- Witt, C., Dobermann, A., Abdulrachman, S., Gines, H., Guanghuo, W., Nagarajan, R., Olk, D. (1999). Internal nutrient efficiencies of irrigated lowland rice in tropical and subtropical Asia. *Field Crops Research*, 63, 113-138.
- Witt, C., Pasuquin, J. & Dobermann, A. (2006). Toward a site specific nutrient management approach for maize in Asia. *Better Crops*, 90(2), 28-31.
- Zake, Y. & Bwamiki, D. (1996). *Soil management requirements for banana production on the heavy soils around Lake Victoria Uganda*. International Conference on Banana and Plantain for Africa.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelo de la localidad El Carmen

AGROLAB
LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO AGROPECUARIO

RESULTADOS: ANÁLISIS DE SUELOS

Datos del cliente		Referencia	
Cliente:	Sta. Qindya Mendoza	Número Muestra:	3501
Propiedad:	s/i Plátano Curare enano	Fecha de ingreso:	24/11/2011
Cultivo:		Impreso:	08/12/2011
No. Lab.:	Desde: 001 Hasta:	Fecha de Entrega:	09/12/2011

Identificación del lote: **s/i**
Profundidad: 25 cm


pH	C E	M O	NH4	P	S	K	Ca	Mg
	ds/m	%		ppm			meq/100 g	
6.10	0.19	5.20	24.50	5.82	17.64	0.73	10.00	1.20
LAc	N.S.	A	B	B	B	A	A	B

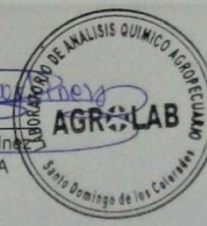
Na	Al+H	Al	Σ bases	TEXTURA (%)			Cu	B
	meq/100g			Arena	Limo	Arcilla	ppm	
			11.93				14.70	0.31
			B				A	M

Fe	Zn	Mn	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
	ppm		R1	R2	R3
124.0	9.70	10.60	8.33	1.64	15.34
A	A	M			

Extractante: OLSEN MODIFICADO

INTERPRETACIÓN			
Textura	Elementos	pH	Conductividad eléctrica
Fco. = Franco	B = Bajo	Ac. = Ácido	N.S. = No salino
Arc. = Arcilloso	M = Medio	Me.Ac. = Medianamente Ácido	L.S. = Ligeramente salino
Ar. = Arenoso	A = Alto	LAc. = Ligeramente Ácido	S. = Salino
Li. = Límoso	O = Óptimo	P. N. = Practicamente Neutro	M.S. = Muy Salino


 Dra. Luz-Maria Martínez
 LABORATORISTA



Dirección:
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono: 2752-607 Cel. 093 095 309 / 099 164 889

e-mail: lmartinez@ute.edu.ec
enjarba@yahoo.com

Anexo 2. Análisis de suelos de la localidad Luz de América

AGROLAB
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AGROPECUARIO

RESULTADOS: ANÁLISIS DE SUELOS

Datos del cliente			Referencia		
Cliente:	Sr Jorge Vargas		Número Muestra:	3582	
Propiedad:	ZOILA LUZ		Fecha de ingreso:	23/01/2012	
Cultivo:	Platano Curadero * Sembrar		Impreso:	31/01/2012	
No. Lab.:	Desde: 001 Hasta:		Fecha de Entrega:	01/02/2012	

Identificación del lote: **LOTE 1**
Profundidad:

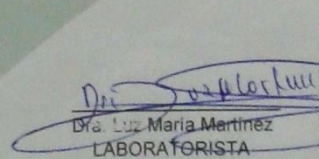
pH	C E	M O	NH ₄	P	S	K	Ca	Mg
	ds/m	%		ppm			meq/100 g	
5.28	0.16	4.34	46.80	6.52	17.64	0.31	7.00	0.80
LAc	N.S.	M	A	B	M	A	A	B


Na	Al+H	Al	Σ bases	TEXTURA (%)			Cu	B
	meq/100g			Arena	Limo	Arcilla	ppm	
			8.11				8.20	0.11
			B				A	B

Fe	Zn	Mn	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
	ppm		R1	R2	R3
109.0	4.90	2.30	8.75	2.58	25.16
A	M	B	A	O	O

Extractante: OLSEN MODIFICADO

INTERPRETACIÓN			
Textura	Elementos	pH	Conductividad eléctrica
Fco. = Franco	B = Bajo	Ac. = Ácido	N.S. = No salino
Arc. = Arcilloso	M = Medio	Me.Ac. = Medianamente Ácido	L.S. = Ligeramente salino
Ar. = Arenoso	A = Alto	LAc. = Ligeramente Ácido	S. = Salino
Li. = Limoso	O = Óptimo	P. N. = Prácticamente Neutro	M.S. = Muy Salino


 Dra. Luz María Martínez
 LABORATORISTA



Dirección:
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono: 2752-607 Cel. 093 095 309 / 099 164 889

e-mail: lmartinez@ute.edu.ec
enjarba@yahoo.com

Anexo 3. Análisis de varianza en la altura de planta de plátano Curaré enano, al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	21095,66	11	1917,79	5,56	0,0007
Tratamiento	20233,58	9	2248,18	6,52	0,0004
Repetición	862,08	2	431,04	1,25	0,3102
Dentro de G1					
T1 vs T2, T3, T4, T5	7102,46	1	7102,46	20,6	0,0003
T2 vs T3, T4, T5	2414,08	1	2414,08	7	0,0164
T3 vs T4, T5	0,04	1	0,04	1,00E-04	0,992
T4 vs T5	30,83	1	30,83	0,09	0,7684
Dentro de G2					
T6 vs T7, T8	898,88	1	898,88	2,61	0,1238
T7 vs T8	757,13	1	757,13	2,2	0,1557
Dentro de G3					
T9 vs T10	35,04	1	35,04	0,1	0,7535
Entre grupos					
T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 vs T9, T10	991,88	1	991,88	2,88	0,1071
T1, T2, T3, T4, T5, vs T6, T7, T8	8003,24	1	8003,24	23,21	0,0001
Error	6205,98	18	344,78		
Total	27301,64	29			

Anexo 4. Análisis de varianza en la altura de planta de plátano Curaré enano, al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de El Carmen, provincia de Manabí.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12532,49	11	1139,32	1,83	0,1234
Tratamiento	11480,61	9	1275,62	2,05	0,0936
Repetición	1051,88	2	525,94	0,84	0,4463
Dentro de G1					
T1 vs T2, T3, T4, T5	3,75	1	3,75	0,01	0,939
T2 vs T3, T4, T5	287,87	1	287,87	0,46	0,5054
T3 vs T4, T5	1155,2	1	1155,2	1,85	0,1901
T4 vs T5	166,43	1	166,43	0,27	0,6116
Dentro de G2					
T6 vs T7, T8	1250	1	1250	2,01	0,1738
T7 vs T8	2344,33	1	2344,33	3,76	0,0683
Dentro de G3					
T9 vs T10	526,41	1	526,41	0,84	0,3702
Entre grupos					
T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 vs T9, T10	2342,6	1	2342,6	3,76	0,0684
T1, T2, T3, T4, T5, vs T6, T7, T8	3404,03	1	3404,03	5,46	0,0312
Error	11216,91	18	623,16		
Total	23749,4	29			

Anexo 5. Análisis de varianza en la altura de planta de plátano Curaré enano, al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen, provincia de Manabí.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	43579,24	23	1894,75	3,92	0,0001
Localidad	9951,09	1	9951,09	20,8	0,0103
Localidad>Repetición	1913,97	4	478,49	0,99	0,4261
Tratamiento	24536,62	9	2726,29	5,63	0,0001
Localidad*Tratamiento	7177,56	9	797,51	1,65	0,1387
Dentro de G1					
T1 vs T2, T3, T4, T5	3716,31	1	3716,31	7,68	0,0088
T2 vs T3, T4, T5	517,35	1	517,35	1,07	0,3081
T3 vs T4, T5	584,03	1	584,03	1,21	0,2793
T4 vs T5	170,25	1	170,25	0,35	0,5568
Dentro de G2					
T6 vs T7, T8	2134,44	1	2134,44	4,41	0,0428
T7 vs T8	2883	1	2883	5,96	0,0197
Dentro de G3					
T9 vs T10	416,54	1	416,54	0,86	0,3597
Entre grupos					
T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 vs T9, T10	3191,56	1	3191,56	6,59	0,0145
T1, T2, T3, T4, T5, vs T6, T7, T8	10923,14	1	10923,14	22,57	<0,0001
Error	17422,89	36	483,97		
Total	61002,13	59			

Anexo 6. Análisis de varianza en el diámetro del pseudotallo de plátano Curaré enano, al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen provincia de Manabí.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	140,19	23	6,1	2,54	0,0059
Localidad	16,39	1	16,39	5,01	0,0888
Localidad>Repetición	13,09	4	3,27	1,36	0,2659
Tratamiento	91,33	9	10,15	4,23	0,0009
Localidad*Tratamiento	19,38	9	2,15	0,9	0,5377
Dentro de G1					
T1 vs T2, T3, T4, T5	15,2	1	15,2	6,33	0,0164
T2 vs T3, T4, T5	2,05	1	2,05	0,85	0,3615
T3 vs T4, T5	4,58	1	4,58	1,91	0,1757
T4 vs T5	1,07	1	1,07	0,44	0,509
Dentro de G2					
T6 vs T7, T8	0,01	1	0,01	0,01	0,9429
T7 vs T8	10,51	1	10,51	4,38	0,0435
Dentro de G3					
T9 vs T10	3,42	1	3,42	1,43	0,2401
Entre grupos					
T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 vs T9, T10	16,06	1	16,06	6,69	0,0139
T1, T2, T3, T4, T5, vs T6, T7, T8	38,42	1	38,42	16,01	0,0003
Error	86,4	36	2,4		
Total	226,6	59			

Anexo 7. Análisis de varianza a la floración del plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14381,9	11	1307,45	28,6	<0,0001
Tratamiento	14278,7	9	1586,52	34,71	<0,0001
Repetición	103,2	2	51,6	1,13	0,3453
Dentro de G1					
T1 vs T2, T3, T4, T5	9856,02	1	9856,02	215,62	<0,0001
T2 vs T3, T4, T5	1308,03	1	1308,03	28,62	<0,0001
T3 vs T4, T5	734,72	1	734,72	16,07	0,0008
T4 vs T5	28,17	1	28,17	0,62	0,4427
Dentro de G2					
T6 vs T7, T8	34,72	1	34,72	0,76	0,3949
T7 vs T8	541,5	1	541,5	11,85	0,0029
Dentro de G3					
T9 vs T10	640,67	1	640,67	14,02	0,0015
Entre grupos					
T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 vs T9, T10	1122,41	1	1122,41	24,55	0,0001
T1, T2, T3, T4, T5, vs T6, T7, T8	12,47	1	12,47	0,27	0,6078
Error	822,8	18	45,71		
Total	15204,7	29			

Anexo 8. Análisis de varianza a la floración del plátano Curaré enano en Andisoles de El Carmen, provincia de Manabí.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6486,3	11	589,66	8,08	0,0001
Tratamiento	6365,5	9	707,28	9,69	<0,0001
Repetición	120,8	2	60,4	0,83	0,4529
Dentro de G1					
T1 vs T2, T3, T4, T5	1581,07	1	1581,07	21,67	0,0002
T2 vs T3, T4, T5	1,78	1	1,78	0,02	0,8777
T3 vs T4, T5	734,72	1	734,72	10,07	0,0053
T4 vs T5	468,17	1	468,17	6,42	0,0208
Dentro de G2					
T6 vs T7, T8	882	1	882	12,09	0,0027
T7 vs T8	1734	1	1734	23,77	0,0001
Dentro de G3					
T9 vs T10	204,17	1	204,17	2,8	0,1116
Entre grupos					
T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 vs T9, T10	607,5	1	607,5	8,33	0,0098
T1, T2, T3, T4, T5, vs T6, T7, T8	152,1	1	152,1	2,08	0,1659
Error	1313,2	18	72,96		
Total	7799,5	29			

Anexo 9. Análisis a la floración del plátano Curaré enano en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen, provincia de Manabí.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	22250,6	23	967,42	16,3	<0,0001
Localidad	1382,4	1	1382,4	24,69	0,0077
Localidad>Repetición	224	4	56	0,94	0,4499
Tratamiento	17445,93	9	1938,44	32,67	<0,0001
Localidad*Tratamiento	3198,27	9	355,36	5,99	<0,0001
Dentro de G1					
T1 vs T2, T3, T4, T5	9666,08	1	9666,08	162,91	<0,0001
T2 vs T3, T4, T5	606,68	1	606,68	10,22	0,0029
T3 vs T4, T5	1469,44	1	1469,44	24,77	<0,0001
T4 vs T5	363	1	363	6,12	0,0182
Dentro de G2					
T6 vs T7, T8	633,36	1	633,36	10,67	0,0024
T7 vs T8	2106,75	1	2106,75	35,51	<0,0001
Dentro de G3					
T9 vs T10	784,08	1	784,08	13,21	0,0009
Entre grupos					
T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 vs T9, T10	1690,7	1	1690,7	28,5	<0,0001
T1, T2, T3, T4, T5, vs T6, T7, T8	125,83	1	125,83	2,12	0,154
Error	2136	36	59,33		
Total	24386,6	59			

Anexo 10. Análisis de varianza en el número de hojas del plátano Curaré enano, al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12,42	11	1,13	3,59	0,0081
Tratamiento	10,31	9	1,15	3,64	0,0095
Repetición	2,11	2	1,06	3,36	0,0576
Dentro de G1					
T1 vs T2, T3, T4, T5	4,54	1	4,54	14,41	0,0013
T2 vs T3, T4, T5	0,47	1	0,47	1,48	0,239
T3 vs T4, T5	0,2	1	0,2	0,64	0,4352
T4 vs T5	0,01	1	0,01	0,05	0,8297
Dentro de G2					
T6 vs T7, T8	0,07	1	0,07	0,21	0,6495
T7 vs T8	0,01	1	0,01	0,05	0,8297
Dentro de G3					
T9 vs T10	0,01	1	0,01	0,05	0,8297
Entre grupos					
T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 vs T9, T10	1,59	1	1,59	5,04	0,0375
T1, T2, T3, T4, T5, vs T6, T7, T8	3,4	1	3,4	10,81	0,0041
Error	5,67	18	0,31		
Total	18,09	29			

Anexo 11. Análisis de varianza en el número de hojas de plátano Curaré enano, al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen, provincia de Manabí.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	38,12	23	1,66	5,59	<0,0001
Localidad	21,96	1	21,96	35,83	0,0039
Localidad>Repetición	2,45	4	0,61	2,07	0,1053
Tratamiento	6,8	9	0,76	2,55	0,0222
Localidad*Tratamiento	6,9	9	0,77	2,59	0,0206
Dentro de G1					
T1 vs T2, T3, T4, T5	1,41	1	1,41	4,75	0,0359
T2 vs T3, T4, T5	0,12	1	0,12	0,42	0,5202
T3 vs T4, T5	0,2	1	0,2	0,68	0,4139
T4 vs T5	0,02	1	0,02	0,07	0,7924
Dentro de G2					
T6 vs T7, T8	0,09	1	0,09	0,3	0,585
T7 vs T8	0,4	1	0,4	1,36	0,251
Dentro de G3					
T9 vs T10	0,3	1	0,3	1,02	0,3204
Entre grupos					
T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 vs T9, T10	1,8	1	1,8	6,08	0,0185
T1, T2, T3, T4, T5, vs T6, T7, T8	2,45	1	2,45	8,27	0,0067
Error	10,67	36	0,3		
Total	48,79	59			

Anexo 12. Análisis de varianza en el peso de dedos del plátano Curaré enano, al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	18285,9	11	1662,35	3,24	0,0132
Tratamiento	15731,5	9	1747,94	3,41	0,0128
Repetición	2554,4	2	1277,2	2,49	0,1109
Dentro de G1					
T1 vs T2, T3, T4, T5	2940	1	2940	5,73	0,0277
T2 vs T3, T4, T5	3927,11	1	3927,11	7,66	0,0127
T3 vs T4, T5	460,06	1	460,06	0,9	0,3561
T4 vs T5	181,5	1	181,5	0,35	0,5593
Dentro de G2					
T6 vs T7, T8	1233,39	1	1233,39	2,41	0,1383
T7 vs T8	337,5	1	337,5	0,66	0,4278
Dentro de G3					
T9 vs T10	1204,17	1	1204,17	2,35	0,1428
Entre grupos					
T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 vs T9, T10	3,33	1	3,33	0,01	0,9366
T1, T2, T3, T4, T5, vs T6, T7, T8	5444,44	1	5444,44	10,62	0,0044
Error	9229,6	18	512,76		
Total	27515,5	29			

Anexo 13. Análisis de varianza en el peso de dedos de plátano Curaré enano, al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen provincia de Manabí.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	38038,92	23	1653,87	2,33	0,0111
Localidad	1170,42	1	1170,42	0,7	0,4501
Localidad>Repetición	6695,67	4	1673,92	2,36	0,0717
Tratamiento	24954,42	9	2772,71	3,91	0,0015
Localidad*Tratamiento	5218,42	9	579,82	0,82	0,604
Dentro de G1					
T1 vs T2, T3, T4, T5	4440,83	1	4440,83	6,26	0,017
T2 vs T3, T4, T5	6536,06	1	6536,06	9,21	0,0044
T3 vs T4, T5	2336,11	1	2336,11	3,29	0,0779
T4 vs T5	192	1	192	0,27	0,6061
Dentro de G2					
T6 vs T7, T8	1667,36	1	1667,36	2,35	0,134
T7 vs T8	2610,75	1	2610,75	3,68	0,063
Dentro de G3					
T9 vs T10	1564,08	1	1564,08	2,2	0,1463
Entre grupos					
T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 vs T9, T10	1450,42	1	1450,42	2,04	0,1614
T1, T2, T3, T4, T5, vs T6, T7, T8	4156,81	1	4156,81	5,86	0,0207
Error	25539,67	36	709,44		
Total	63578,58	59			

Anexo 14. Análisis de varianza en el peso de racimo del plátano Curaré enano, al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	35,93	11	3,27	2,26	0,0607
Tratamiento	35,79	9	3,98	2,75	0,0326
Repetición	0,14	2	0,07	0,05	0,9532
Dentro de G1					
T1 vs T2, T3, T4, T5	18,22	1	18,22	12,58	0,0023
T2 vs T3, T4, T5	2,77	1	2,77	1,91	0,1839
T3 vs T4, T5	0,03	1	0,03	0,02	0,8864
T4 vs T5	1,69	1	1,69	1,16	0,295
Dentro de G2					
T6 vs T7, T8	1,22	1	1,22	0,84	0,3715
T7 vs T8	0,09	1	0,09	0,06	0,8098
Dentro de G3					
T9 vs T10	0,1	1	0,1	0,07	0,7995
Entre grupos					
T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 vs T9, T10	0,28	1	0,28	0,2	0,6631
T1, T2, T3, T4, T5, vs T6, T7, T8	11,41	1	11,41	7,88	0,0117
Error	26,07	18	1,45		
Total	62	29			

Anexo 15. Análisis de varianza en el peso de racimo de plátano Curaré enano, al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen, provincia de Manabí.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	75,78	23	3,29	1,78	0,0596
Localidad	10,43	1	10,43	9,09	0,0394
Localidad>Repetición	4,59	4	1,15	0,62	0,6521
Tratamiento	45,18	9	5,02	2,71	0,0162
Localidad*Tratamiento	15,57	9	1,73	0,93	0,5094
Dentro de G1					
T1 vs T2, T3, T4, T5	22,42	1	22,42	12,09	0,0013
T2 vs T3, T4, T5	2,78	1	2,78	1,5	0,2288
T3 vs T4, T5	3,11	1	3,11	1,68	0,2037
T4 vs T5	0,76	1	0,76	0,41	0,5262
Dentro de G2					
T6 vs T7, T8	4,71	1	4,71	2,54	0,1199
T7 vs T8	3,00E-04	1	3,00E-04	1,60E-04	0,9899
Dentro de G3					
T9 vs T10	2,65	1	2,65	1,43	0,2398
Entre grupos					
T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 vs T9, T10	1,48	1	1,48	0,8	0,3779
T1, T2, T3, T4, T5, vs T6, T7, T8	7,27	1	7,27	3,92	0,0554
Error	66,79	36	1,86		
Total	142,56	59			

Anexo 16. Análisis de varianza en el peso de la fruta de plátano Curaré enano, al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	141929907	11	12902718,82	3,65	0,0074
Tratamiento	139703407,2	9	15522600,8	4,39	0,0037
Repetición	2226499,8	2	1113249,9	0,31	0,7339
Dentro de G1					
T1 vs T2, T3, T4, T5	57203370,42	1	57203370,42	16,17	0,0008
T2 vs T3, T4, T5	36058023,36	1	36058023,36	10,19	0,005
T3 vs T4, T5	201400,89	1	201400,89	0,06	0,8141
T4 vs T5	5750646	1	5750646	1,63	0,2185
Dentro de G2					
T6 vs T7, T8	8960555,56	1	8960555,56	2,53	0,1289
T7 vs T8	4820480,67	1	4820480,67	1,36	0,2583
Dentro de G3					
T9 vs T10	353322,67	1	353322,67	0,1	0,7556
Entre grupos					
T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 vs T9, T10	606056,53	1	606056,53	0,17	0,6838
T1, T2, T3, T4, T5, vs T6, T7, T8	25749551,11	1	25749551,11	7,28	0,0147
Error	63663080,2	18	3536837,79		
Total	205592987,2	29			

Anexo 17. Análisis de varianza en el peso de la fruta de plátano Curaré enano, al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen, provincia de Manabí.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	259355792,7	23	11276338,81	2,8	0,0027
Localidad	37943763,27	1	37943763,27	19,46	0,0116
Localidad>Repetición	7800311,47	4	1950077,87	0,49	0,7466
Tratamiento	140380866,9	9	15597874,1	3,88	0,0016
Localidad*Tratamiento	73230851,07	9	8136761,23	2,02	0,065
Dentro de G1					
T1 vs T2, T3, T4, T5	58685256,03	1	58685256,03	14,6	0,0005
T2 vs T3, T4, T5	18355740,5	1	18355740,5	4,57	0,0395
T3 vs T4, T5	3585342,25	1	3585342,25	0,89	0,3513
T4 vs T5	6349620,08	1	6349620,08	1,58	0,217
Dentro de G2					
T6 vs T7, T8	22215511,11	1	22215511,11	5,53	0,0243
T7 vs T8	1812741,33	1	1812741,33	0,45	0,5062
Dentro de G3					
T9 vs T10	9238320,08	1	9238320,08	2,3	0,1383
Entre grupos					
T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 vs T9, T10	10644145,2	1	10644145,2	2,65	0,1124
T1, T2, T3, T4, T5, vs T6, T7, T8	9494190,33	1	9494190,33	2,36	0,1331
Error	144738895,2	36	4020524,87		
Total	404094687,9	59			

Anexo 18. Análisis de varianza en la materia seca de la fruta del plátano Curaré enano, al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14690785,67	11	1335525,97	2,52	0,0398
Tratamiento	14522659,2	9	1613628,8	3,04	0,0213
Repetición	168126,47	2	84063,23	0,16	0,8547
Dentro de G1					
T1 vs T2, T3, T4, T5	5595538,82	1	5595538,82	10,54	0,0045
T2 vs T3, T4, T5	3066584,69	1	3066584,69	5,78	0,0272
T3 vs T4, T5	160366,72	1	160366,72	0,3	0,5893
T4 vs T5	303300,17	1	303300,17	0,57	0,4594
Dentro de G2					
T6 vs T7, T8	829042,72	1	829042,72	1,56	0,2274
T7 vs T8	561204,17	1	561204,17	1,06	0,3174
Dentro de G3					
T9 vs T10	163020,17	1	163020,17	0,31	0,5862
Entre grupos					
T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 vs T9, T10	380475,41	1	380475,41	0,72	0,4083
T1, T2, T3, T4, T5, vs T6, T7, T8	3463126,34	1	3463126,34	6,53	0,0199
Error	9552440,2	18	530691,12		
Total	24243225,87	29			

Anexo 19. Análisis de varianza en la materia seca de la fruta de plátano Curaré enano, al octavo mes de establecimiento del cultivo en Andisoles de Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y El Carmen, provincia de Manabí.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	25468772,45	23	1107337,93	2,33	0,0112
Localidad	2811036,15	1	2811036,15	6,16	0,0681
Localidad>Repetición	1826598,13	4	456649,53	0,96	0,4416
Tratamiento	13970945,48	9	1552327,28	3,26	0,0054
Localidad*Tratamiento	6860192,68	9	762243,63	1,6	0,1521
Dentro de G1					
T1 vs T2, T3, T4, T5	4945080	1	4945080	10,39	0,0027
T2 vs T3, T4, T5	1084373,56	1	1084373,56	2,28	0,14
T3 vs T4, T5	1258136,11	1	1258136,11	2,64	0,1127
T4 vs T5	350208,33	1	350208,33	0,74	0,3967
Dentro de G2					
T6 vs T7, T8	1760044,44	1	1760044,44	3,7	0,0624
T7 vs T8	227976,33	1	227976,33	0,48	0,4934
Dentro de G3					
T9 vs T10	961068	1	961068	2,02	0,164
Entre grupos					
T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 vs T9, T10	2164290,34	1	2164290,34	4,55	0,0399
T1, T2, T3, T4, T5, vs T6, T7, T8	1219768,37	1	1219768,37	2,56	0,1182
Error	17137976,53	36	476054,9		
Total	42606748,98	59			