



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

Trabajo de Graduación

Efecto al aplicar tres dosis de vermicompost con fertilización foliar complementaria en el crecimiento y rendimiento del plátano (*Musa paradisiaca* L.) variedad CEMSA $\frac{3}{4}$, UNA, 2011-2013

AUTORES

Br Gerald José Reyes Romero
Br Daniel Alberto Hernández Vallejos

ASESORES

Ing MSc. Aleyda López Silva
Ing Hugo Rodríguez González
Ing MSc. Leonardo García Centeno

Managua, Nicaragua
Diciembre, 2013



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

Trabajo de Graduación

Efecto al aplicar tres dosis de vermicompost con fertilización foliar complementaria en el crecimiento y rendimiento del plátano (*Musa paradisiaca* L.) variedad CEMSA ¾, UNA, 2011-2013

AUTORES

Br Gerald José Reyes Romero
Br Daniel Alberto Hernández Vallejos

ASESORES

Ing MSc. Aleyda López Silva
Ing Hugo Rodríguez González
Ing MSc. Leonardo García Centeno

Presentado al honorable tribunal examinador como requisito final para optar al grado de Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua
Diciembre, 2013

SECCIÓN	ÍNDICE DE CONTENIDO	PÁGINA
	DEDICATORIA	i
	AGRADECIMIENTO	iii
	ÍNDICE DE CUADROS	iv
	ÍNDICE DE FIGURAS	v
	ÍNDICE DE ANEXOS	vi
	RESUMEN	vii
	ABSTRACT	viii
I	INTRODUCCIÓN	1
II	OBJETIVOS	3
III	MATERIALES Y MÉTODOS	4
	3.1 Ubicación y fecha del estudio	4
	3.2 Diseño metodológico	5
	3.3 Manejo del ensayo	6
	3.4 Variables evaluadas	8
	3.4.1 Variables de crecimiento	8
	3.4.2 Variables de rendimiento	8
	3.4.3 Análisis económico	9
	3.5 Análisis de los datos	9

IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
4.1	Variables de crecimiento	10
4.1.1	Altura de la planta	10
4.1.2	Diámetro de pseudotallo	11
4.1.3	Número de hojas funcionales a cosecha	12
4.1.4	Área foliar	15
4.1.5	Número de hijos	16
4.4	Variables del rendimiento	17
4.4.1	Peso del racimo	17
4.4.2	Número de manos por racimo cosechado	18
4.4.3	Número de dedos del racimo a cosecha	19
4.4.4	Diámetro del raquis	20
4.4.5	Longitud del racimo	21
4.4.6	Diámetro y longitud de la primera y penúltima mano	22
4.5	Análisis económico de los tratamientos	24
4.5.1	Costos de producción para una hectárea por tratamiento	25
4.5.2	Beneficio bruto por tratamiento	26
4.5.3	Beneficio neto por tratamiento	26
4.5.4	Análisis de la sensibilidad al disminuir un 25 % del costo unitario de los dedos	27

	4.5.5	Análisis de la sensibilidad al disminuir un 50 % del costo unitario de los dedos	27
	4.6	Número de días de diferentes etapas fenológicas	28
V		CONCLUSIONES	29
VI		RECOMENDACIONES	30
VII		LITERATURA CITADA	31
VIII		ANEXOS	34

DEDICATORIA

A Dios. Por regalarme el don de vivir y permitirme cumplir cada uno de mis propósitos y metas, al lograr la culminación de mis estudios universitarios con mucho éxito y orgullo, por estar siempre a mi lado en cada uno de los momentos de mi vida y guiarme por el camino del bien lleno de salud, sabiduría y entendimiento.

A mis Padres. Por ser las personas más importantes en mi vida, quienes guían mi vida y velan en cada uno de los momentos. A mi mamá *Rosa Lydia Vallejos Balmaceda* por darme la vida, darme su cariño, amor incondicional. A mi papá *José Alberto Hernández Torres* por aconsejarme, cultivarme con valores y siempre haciéndome reflexionar de la manera correcta.

A mis hermanos. Claudia Patricia, Rosa María y Erick José por formar parte de mi vida y apoyarme en cada una de mis decisiones.

A mis *mejores amigos (as)* por llenar de alegría mi vida.

Daniel Alberto Hernández Vallejos.

DEDICATORIA

A *Dios*, por permitirme llegar a este punto de mi vida, por regalarme salud y sabiduría para poder concluir mis estudios universitarios.

A *mis padres*, que con orgullo, amor y dedicación supieron guiarme durante este período de mi vida. A *ti madre, María Adilia Romero Salamanca* (q.e.p.d), por haber sido ejemplo de humildad y nobleza, por el cariño y amor que me brindas. A *ti papá* Gerardo José Reyes Orozco, que con tu apoyo, consejo y motivación me has permitido ser un hombre de bien. A *mi tía Luz Marina Romero Salamanca*, por ser mi segunda madre dándome todo su amor y por ser los brazos que me sostienen, apoyándome, brindándome su cariño, enseñándome valores y motivándome día a día.

A *mi familia, Marcos Romero Lacayo, Miriam Romero Salamanca, Ninoska Romero Salamanca, Katherine Romero Salamanca*, por contar con ustedes en los momentos difíciles. A *María José Umanzor Ubeda*, por estar siempre a mi lado y darme su apoyo incondicional.

Gerald José Reyes Romero.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos primeramente a **Dios Padre** por permitirnos llegar a la culminación de nuestros estudios y por cumplir cada uno de nuestros propósitos y metas, por guiar nuestras vidas por el camino del bien y siendo el principal pilar.

A **nuestros padres**, gracias por su apoyo, consejos, sacrificios y amor incondicional, gracias por ayudarnos a cumplir con nuestros estudios universitarios.

A **nuestros familiares y amigos** por apoyarnos en todos los momentos de nuestras vidas.

A todo el personal que labora en la **Universidad Nacional Agraria (UNA)**, en especial a los docentes de la **Facultad de Agronomía (FAGRO)**, a nuestros asesores **Ing. MSc. Aleyda López, Ing. MSc. Leonardo García e Ing. Hugo Rodríguez** por su tiempo y dedicación.

A don **Iván García** trabajador de la universidad y responsable de la parcela orgánica por su apoyo durante la etapa de campo.

Al **Centro Nacional de Investigación y Documentación Agropecuaria, CENIDA**, por abrirnos las puerta en la búsqueda de información y alimentar nuestros conocimientos.

Gerald José Reyes Romero

Daniel Alberto Hernández Vallejos

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Descripción de los tratamientos aplicados en el experimento, UNA, 2011-2013	5
2	Materiales utilizados en el establecimiento y manejo de experimento, UNA, 2011-2013	6
3	Dimensiones de la parcela experimental	6
4	Resultados del análisis físico-químico de suelo, UNA, 2011-2013	14
5	Producción económica (C\$) para los 9 tratamientos por ha, UNA. 2011-2013	24
6	Costos de producción por ha para los tratamientos (a_1b_2 , a_2b_1 , a_3b_1), UNA, 2011-2013	25
7	Beneficio bruto de los tres tratamientos con el menor costo variable para el cultivo de plátano, UNA, 2011- 2013	26
8	Beneficio neto de los tres tratamientos con el menor costo variable para el cultivo de plátano, UNA, 2011-2013	26
9	Análisis de sensibilidad al disminuir el 25 % del costo unitario de los dedos, UNA, 2011-2013	27
10	Análisis de sensibilidad al disminuir el 50 % del costo unitario de los dedos, UNA, 2011-2013	27
11	Número de días de diferentes etapas fenológicas, UNA, 2011-2013	28

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Condiciones climáticas para el año 2012	4
2	Altura de las plantas (m) con aplicaciones de vermicompost y fertilización foliar complementaria, UNA, 2011-2013	10
3	Diámetro del pseudotallo (mm) con aplicaciones de vermicompost y fertilización foliar complementaria, UNA, 2011-2013	11
4	Número de hojas funcionales al aplicar vermicompost y fertilización foliar complementaria, UNA, 2011-2013	12
5	Cálculo del área foliar (m ²) al aplicar vermicompost y fertilización foliar complementaria, UNA, 2011-2013	15
6	Número de hijos al aplicar vermicompost y fertilización foliar complementaria, UNA, 2011-2013	16
7	Peso del racimo (kg) al aplicar vermicompost más fertilización foliar complementaria, UNA, 2011-2013	17
8	Número de manos por racimo cosechado al aplicar vermicompost más fertilización foliar complementaria, UNA, 2011-2013	18
9	Número de dedos por racimo al aplicar vermicompost más fertilización foliar complementaria, UNA, 2011-2013	19
10	Diámetro del raquis del racimo (cm) al aplicar vermicompost más fertilización foliar complementaria, UNA, 2011-2013	20
11	Longitud del racimo (cm) al aplicar vermicompost más fertilización foliar complementaria, UNA, 2011-2013	21
12	Diámetro (mm) y largo (cm) del dedo central de la primera y penúltima mano al aplicar vermicompost más fertilización foliar completaría, UNA, 2011-2013	22

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Plano de campo ubicado en la Parcela Agroecológica de la Universidad Nacional Agraria, UNA,2011-2013	34
2	Riego por aspersión en época de verano	35
3	Aplicación de enraizador	35
4	Aplicación de vermicompost	35
5	Daño producido por <i>Mycosphaerella musicola</i> L.	35
6	Deshoje para control de enfermedades	36
7	Etapa de floración del cultivo del plátano	36
8	Medición del longitud del dedo	36
9	Toma de datos de variables productiva	36

RESUMEN

El trabajo de investigación consistió en el establecimiento del cultivo de plátano variedad CEMSA ¾ en la parcela agroecológica de cultivos perennes del Departamento de Producción Vegetal (DPV) de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el km 12 ½ carretera norte, Managua. Se aplicaron tres dosis de vermicompost (15, 30 y 45 t ha⁻¹) equivalente a 6, 12 y 18 kg planta⁻¹ con fertilización foliar complementaria: enraizador (50 g), completo 20-20-20 (40 g) y sulfato de magnesio (20 g) por cada 20 l de agua. Se evaluaron variables de crecimiento: Altura de la planta (m), Diámetro del pseudotallo (cm), Número de hojas funcionales a cosecha, Área foliar (m²) y variables de rendimiento: Peso del racimo (kg), Número total de manos, Número de dedos del racimo a cosecha, Diámetro de los dedos (cm), Diámetro del raquis (cm), Largo de los dedos (cm) y Largo del racimo (cm). Se estableció en un diseño de parcelas apareadas formadas por tres franjas, con una población inicial de 180 plantas a una distancia de 2 m entre planta y 2 m entre surco. El tratamiento a₂b₁ (30 t ha⁻¹ + enraizador), obtuvo los mejores resultados en las variables altura de planta (2.1 m), diámetro del pseudotallo (105.94 cm) y número de hijos (3.8), no así en la variable área foliar donde el tratamiento a₁b₂ (15 t ha⁻¹ + enraizador + completo 20-20-20) fue el que mostró mayor área foliar (8.54 m²). Los rendimientos obtenidos en el tratamiento a₂b₁ (30 t ha⁻¹ + enraizador) presentaron mejor resultado en las variables peso de racimo (10.46 kg), número de manos (9.06) y número de dedos (46.59). En el diámetro del dedo se destacó el tratamiento a₃b₃ (30 t ha⁻¹ + enraizador + completo 20-20-20 y sulfato de magnesio) con 4.58 cm y 4.37 cm respectivamente. En el largo del dedo se destacaron los tratamientos a₁b₁ (15 t ha⁻¹ + enraizador) y a₁b₃ (15 t ha⁻¹ + enraizador + completo 20-20-20 y sulfato de magnesio) con 30.13 cm y 24.36 cm respectivamente. El análisis económico demostró que el tratamiento que presentó mayor rentabilidad es el a₂b₁ en base a la relación beneficio-costos se genera una ganancia de C\$ 1.17 por cada córdoba invertido.

Palabras clave: Plátano, orgánico, racimos, raquis, enraizador.

ABSTRACT

The research work was the establishment of the plantain crop variety CEMSA ¾ in agroecological plot perennials Plant Production Department (VPD) of the Universidad Nacional Agraria, located at km 12 ½ North Road Managua.. We applied three doses of vermicompost (15, 30 and 45 t ha⁻¹) equivalent to 6, 12 and 18 kg plant with additional foliar fertilization: rooting (50 g), complete 20-20-20 (40 g) and magnesium sulfate (20 g) per 20 l of water. Growth variables were evaluated: plant height (m), pseudostem diameter (cm), number of functional leaves at harvest, leaf area (m²) and performance variables: Bunch weight (kg), total number of hands, Number of fingers per bunch at harvest, finger diameter (cm), stalk diameter (cm), finger length (cm) and bunch length (cm). It was established in paired plot design consisting of three bands, with an initial population of 180 plants at a distance of 2 m between plants and 2 m between rows. A₂b₁ treatment (30 t ha⁻¹ + rooting) obtained the best results in plant height (2.1 m), pseudostem diameter (105.94 cm) and number of shoot (3.8), not in the variable leaf area where treatment a₁b₂ (15 t ha⁻¹ + rooting + full 20-20-20) was the one who showed greater leaf area (8.54 m²). The yields obtained in the treatment a₂b₁ (30 t ha⁻¹ + rooting) showed better results in variables bunch weight (10.46 kg), number of hands (9.06) and number of fingers (46.59). In the diameter of the finger is pointed a₃a₃ treatment (30 t ha⁻¹ + Full + 20-20-20 rooting and magnesium sulfate) with 4.58 cm and 4.37 cm respectively. The finger length treatments highlighted a₁b₁ (15 t ha⁻¹ + rooting) and a₁b₃ (15 t ha⁻¹ + complete rooting 20-20-20 and magnesium sulphate) to 30.13 cm and 24.36 cm, respectively. The economic analysis showed that the treatment provided is greater profitability a₂b₁ based on the benefit-cost ratio gain of C\$ 1.17 is generated for each cordoba invested.

Keywords: Banana, organic , clusters , rachis , rooting .

I. INTRODUCCIÓN

El plátano (*Musa paradisiaca* L.) fue uno de los primeros cultivares registrados por los agricultores primitivos. Se cree que es originario de las regiones tropicales húmedas del sur-este asiático, desarrollándose simultáneamente en la India, Malasia y en las islas de Indonesia (Soto, 1985). Fue introducida a Santo Domingo en el año 1516 procedente de las islas Canarias, de donde se extendió a América tropical (Gudiel, 1987; Soto, 1985).

La familia de las musáceas comprenden unas 70 especies estrictamente tropicales, pero ampliamente distribuidas y cultivadas en el trópico y subtropico del planeta. Nicaragua junto a Guatemala y México son mencionados como los países del área de más reciente historia en la introducción de este cultivo. Por razones socio económicas, políticas y de infraestructura (vías de acceso) las siembras comerciales de musáceas están localizadas en el Pacífico a pesar que el régimen de precipitación no es el adecuado para su desarrollo (INTA, 1997).

Se recomienda que la siembra de este rubro sea en zonas tropicales: RAAN-RAAS, Isla de Ometepe, en pantanos aledaños a los lagos y en Rivas (IICA, 2009).

Es el cuarto cultivo más importante del mundo, es considerado un producto básico y de exportación, fuente de empleo e ingresos en numerosos países en desarrollo (FAO, 2006).

Es de mucha importancia para cientos de millones de personas en los países en desarrollo y representa uno de los cultivos de frutas más importante en el mundo, el 90% de la producción total es usada como alimento para consumo doméstico. El plátano es susceptible a un amplio rango de patógenos incluyendo hongos, bacterias, virus y nemátodos, lo que limita su eficiencia productiva (Vidal y García, 2000).

La agricultura orgánica es un sistema que resume los aspectos agronómicos, ecológicos, económicos y sociales. En esta agricultura se integra el uso de insumos de origen orgánico tales como estiércoles, residuos de origen vegetal y de industrias, como abonos. El manejo de insectos plagas y enfermedades a partir de extractos vegetales como repelentes o biocontroladores, control biológico y rotación de cultivos permiten un mejor uso del suelo. El empleo de abonos orgánicos ha sido quizás la labor más antigua y difundida de la agricultura orgánica, practicada desde tiempos atrás por los agricultores quienes han empleado estiércoles, abonos vegetales, biofertilizantes y desechos agroindustriales como

fuelle de abono orgánico. El suelo ha perdido su dinámica biológica debido al uso de los agroquímicos. Los abonos orgánicos o materia orgánica pueden restituir la dinámica biológica y la fertilidad perdida (Laprade & Ruiz, 2000).

Los fertilizantes orgánicos son materiales que aportan al suelo cantidad respetable de materia orgánica y a los cultivos componentes nutritivos asimilables en forma orgánica. Estos materiales contienen numerosos elementos nutritivos pero sobre todo nitrógeno, sodio, azufre entre otros; aportan una mejora al suelo en sus condiciones físicas, desarrollan la actividad microbiana, regulan el exceso temporal de sales minerales o de sustancias tóxicas, evitan la pérdida de nutrientes por lixiviación y mejora las condiciones orgánicas del suelo (Canet, 2002).

La agricultura orgánica es un instrumento efectivo para hacer que la agricultura esté en armonía con el medio ambiente, que nos permita producir los alimentos que necesitamos con la calidad e inocuidad que requiere la producción de alimentos, para lograr el desarrollo de una agricultura sustentable. Al impulsar la agricultura orgánica, se trabaja en favor de la reducción de la contaminación de los productos alimenticios por agroquímicos, plaguicidas, fertilizantes, reguladores de crecimiento, etc. Se puede afirmar que la agricultura orgánica es un sistema de producción que se apoya en la rotación de cultivos, la utilización de los residuos de cultivo, abonos de origen animal, leguminosas, desechos orgánicos, control biológico de insectos-plagas, enfermedades, malezas y de labranza conservacionista (Canet, 2002).

Uno de los principales problemas del cultivo del plátano es la insuficiente producción ya que no abastece la demanda del mercado nacional. Por lo cual se realizan importaciones de los países vecinos como Costa Rica y Honduras, países más productores de la región centroamericana (FAO, 2006). Este estudio se realizó utilizando el método científico para la búsqueda de soluciones.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Determinar el efecto de la aplicación de vermicompost y fertilización foliar complementaria sobre el crecimiento, rendimiento y análisis económico el cultivo del plátano (*Musa paradisiaca* L.) variedad CEMSA ¾.

2.2 Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de tres dosis vermicompost más fertilización foliar complementaria a base de enraizador Rooting, N-P-K 20-20-20 y sulfato de magnesio en el crecimiento del plátano variedad CEMSA ¾
2. Evaluar el efecto de tres dosis vermicompost más fertilización foliar complementaria a base de enraizador Rooting, N-P-K 20-20-20 y sulfato de magnesio sobre el rendimiento del plátano variedad CEMSA ¾
3. Determinar el análisis económico de los tratamientos evaluados al suministrarles tres dosis de vermicompost más fertilización foliar complementaria a base de enraizador Rooting, N-P-K 20-20-20 y sulfato de magnesio.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y fecha del estudio

El ensayo se estableció el 18 de diciembre del 2011 y concluyó el 28 de mayo del 2013 en la parcela agroecológica de cultivos perennes del Departamento de Producción Vegetal (DPV) de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el km 12 ½ carretera norte Managua, localizada en las coordenadas 12° 08' 36" latitud norte y 86° 09' 49" longitud oeste, con una altitud de 56 m. En la Figura 1 se presentan las condiciones climáticas durante el año 2012.

El comportamiento de las variables climáticas varió dentro de los siguientes rangos en el período de la investigación: las temperaturas oscilaron entre 30° – 35° C, humedad relativa entre 60 – 80 %, la velocidad del viento entre 2 – 5 m/s y el mes que presentó mayor precipitación fue mayo.

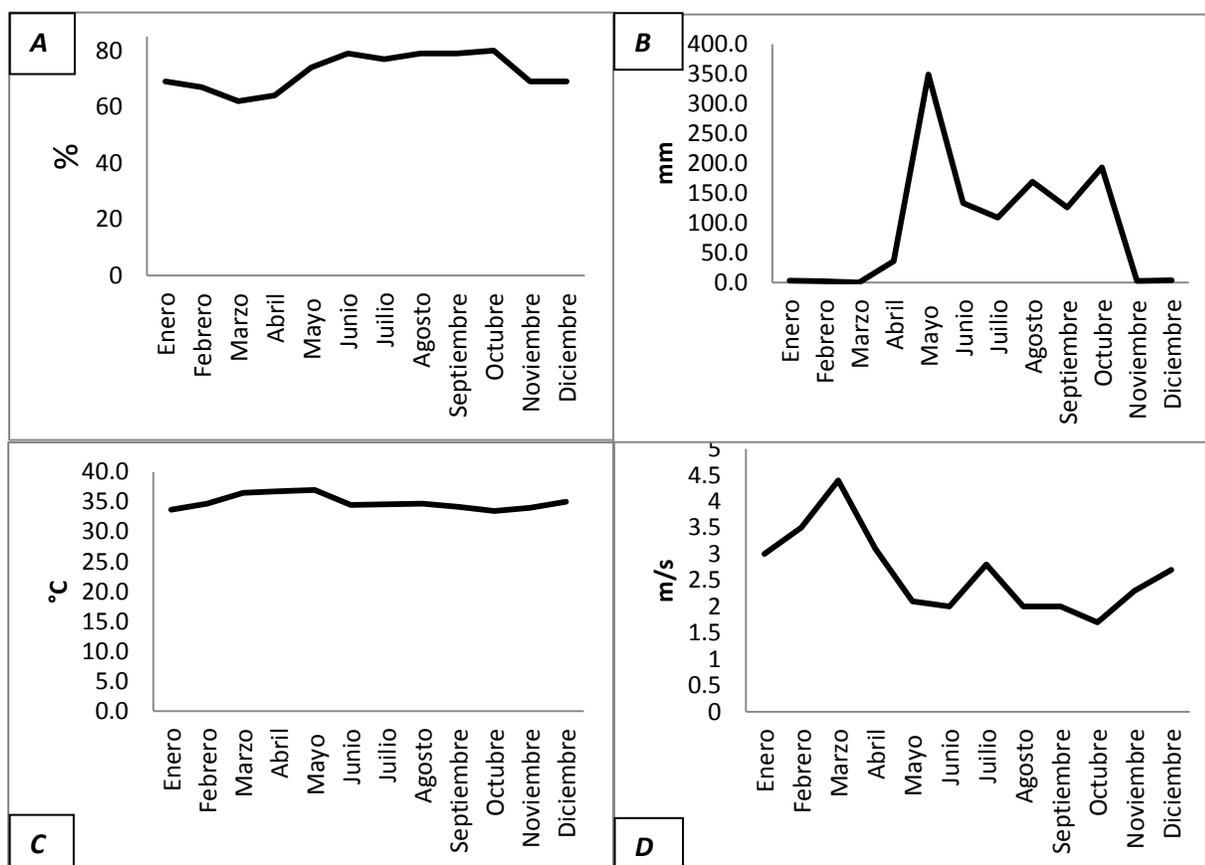


Figura 1. Condiciones climáticas para el año 2012. A: Humedad relativa (%); B: Precipitación (mm); C: Temperatura (°C); D: Velocidad viento (m/s) (INETER, 2013)

3.2 Diseño metodológico

Una plantación de plátano (*Musa paradisiaca* L.) de la variedad CEMSA ¾ se caracteriza por plantas vigorosas, pseudotallo cilíndrico con una altura entre 2.15 a 2.75 m color verde. La disposición de las hojas es recta. El período de duración del primer ciclo vegetativo (siembra-floración) es de 210 a 270 días, el período de duración del primer ciclo productivo (floración-cosecha) es de 90 a 110 días, con un ciclo total entre 300 a 380 días. El peso neto del racimo (sin raquis) es de 7 a 13 kg, la posición de los frutos son curvos hacia arriba y son de color verde, con un promedio de 46 dedos por racimo. Esta variedad presenta susceptibilidad a la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* M.) y nemátodos, en cambio es resistente al Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum* F.) (Martínez & González, 2007).

El presente estudio se realizó con vitroplantas producidas en el laboratorio de cultivos de tejidos de la Universidad Nacional Agraria.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos aplicados en el experimento, UNA, 2011-2013

Tratamientos	Vermicompost		Fertilización Foliar Complementaria
	Dosis/planta kg año ⁻¹	t (ha año) ⁻¹	
a ₁ b ₁	6	15	
a ₂ b ₁	12	30	Enraizador Rooting (50 g)
a ₃ b ₁	18	45	
a ₁ b ₂	6	15	Enraizador Rooting (50 g)
a ₂ b ₂	12	30	+ Formula 20-20-20 (40 g)
a ₃ b ₂	18	45	
a ₁ b ₃	6	15	Enraizador Rooting (50 g)
a ₂ b ₃	12	30	+ Formula 20-20-20 (40 g)
a ₃ b ₃	18	45	+ Sulfato de Mg (20 g)

Se utilizó un diseño no experimental de parcelas apareadas, este se clasifica como longitudinal y de tendencia. En el ensayo se analizaron dos factores: A (vermicompost) y B (fertilización foliar complementaria), cada factor con tres niveles. Para el factor A los niveles fueron a_1 : 15 t ha⁻¹, el nivel a_2 : 30 t ha⁻¹ y el nivel a_3 : 45 t ha⁻¹. Para el factor B los niveles fueron b_1 : Enraizador Rooting 50 g, nivel b_2 : enraizador 50 g + formula (20-20-20) 40 g y el nivel b_3 : enraizador 50 g + formula (20-20-20) 40 g + sulfato de Mg 20 g (Cuadro 1).

Cuadro 2. Materiales utilizados en el establecimiento y manejo de experimento, UNA, 2011-2013

Herramientas		Insumos
Vernier	Bomba de mochila	Vermicompost
Pala	Balanza	Enraizador Rooting
Machete	Coba	Sulfato de magnesio
Carretilla	Bolsas plásticas	Completo (20-20-20)
Cinta métrica	Cinta diamétrica	

Cada tratamiento fue aplicado a 20 plantas (Cuadro 3)

Cuadro 3. Dimensiones de la parcela experimental

Descripción	Largo y ancho (m)	Área (m²)
Área total del ensayo	30 x 24	720
Área de parcela experimental	24 x 10	240
Densidad de siembra	2 x 2	2,500 plantas ha ⁻¹

3.3 Manejo del ensayo

Para la obtención del material vegetal se utiliza esquema de yemas axilares, una vez extraído de los frascos de propagación se trasplantó a bolsas de polietileno de 4 cm por 8 cm utilizando como sustrato vermicompost. Se suministraron dos riegos diarios y el control de maleza se realizó de manera manual. Esta fase se llevó a cabo en un sombreadero cubierto con tela zarán con regulación de 60 % de luz solar, donde permanecieron las plantas durante dos meses hasta el momento en el que emitieron de 4 a 5 hojas con una altura promedio de 25 a 30 cm.

Preparación del Terreno: se realizó de forma mecánica utilizando desmalezadora STIHL para la eliminación de arvenses.

Hoyado: se realizó a una distancia de 2 metros entre surco y 2 metros entre planta, utilizando dimensiones de 40 cm de profundidad y 40 cm de diámetro.

Siembra: se efectuó el 18 de diciembre del año 2011, se establecieron 180 plantas con densidad poblacional de 2,500 plantas por hectárea.

Riego: se aplicó riego por aspersión con intervalos de 8 días en la estación seca utilizando tubería con diámetro 4 pulgadas por un período de 6 horas.

Deshierbe: se realizó de forma mecánica utilizando una máquina desbrozadora una vez por mes.

Fertilización: se realizó con prácticas agroecológicas utilizando vermicompost a razón de 45, 30 y 15 toneladas por hectárea. La primera aplicación se realizó a los 90 días después de siembra (dds) aplicando el 50 % (9, 6 y 3 kg por planta respectivamente) y el 50 % restante se aplicó a los 180 dds.

La fertilización complementaria consistió en la aplicación de enraizador Rooting (2.5 ml l^{-1} de agua), sulfato de magnesio (1 g l^{-1} de agua) y completo 20-20-20 (2 g l^{-1} de agua), realizando cuatro aplicaciones a los 7, 8, 9 y 10 meses después de la siembra (Cuadro 1)

Deshoje: se realizaron cuatro podas fitosanitaria en los meses junio, julio, octubre y diciembre, con el objetivo de controlar enfermedades y evitar su propagación.

Control de enfermedades: se realizó 4 aplicaciones de cloro ($20 \text{ ml l}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) en los meses de octubre y noviembre para el control de sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola* L.)

Cosecha: la cosecha se efectuó manualmente con machete a partir de los catorce meses después de siembra, posteriormente se evaluaron las variables de rendimiento.

3.4 Variables evaluadas

3.4.1 Variables de crecimiento

La primera toma de datos se realizó a los 90 dds y a continuación dos veces por mes se realizaban nuevas tomas de datos en todo su fase vegetativa hasta completar 22 tomas de datos el día 28 enero 2013.

Altura de la planta (m): se tomó desde la base hasta la inserción del pecíolo de la última hoja emergida, utilizando una cinta métrica.

Diámetro del pseudotallo (cm): Se tomó la parte central de la planta en los primeros meses y un metro de altura desde el suelo en la etapa adulta, utilizando vernier y cinta diamétrica.

Número de hojas funcionales a cosecha: El conteo se hizo de forma visual.

Área foliar (m²): Se determinó con el empleo de la fórmula para la estimación en área foliar del plátano ($L \times A \times 0.80 \times N \times 0.662$) establecida por (Kummar et al., 2002) donde L (largo de largo de la hoja), A (ancho de la hoja) y N (número de hojas)

Longitud de la hoja (cm): se midió la tercera hoja de la base del pecíolo hasta el ápice utilizando cinta métrica.

Ancho de la hoja (cm): se midió en la parte central de la tercera hoja utilizando cinta métrica.

3.4.2 Variables de rendimiento. Se realizó una sola toma de datos después de la cosecha.

Peso del racimo (kg): Se tomó el racimo completo cortando el raquis con una longitud de 10 cm a partir de la inserción de la primera mano del racimo utilizando un dinamómetro.

Número total de manos, de los racimos cosechados: Se contó el número de manos por racimos en la cosecha.

Número de dedos del racimo a cosecha: Se contó el número de dedos total del racimo en la cosecha.

Diámetro de los dedos (cm): Se midió el dedo central de la primera y penúltima mano del racimo utilizando un vernier.

Diámetro del dedo central de la primera mano (DPr)

Diámetro del dedo central de la penúltima mano (DPe)

Diámetro del raquis (cm): Se midió la parte central entre las manos formadas utilizando un vernier.

Longitud de los dedos (cm): Se midió el dedo central de la primera y penúltima mano del racimo utilizando una cinta métrica.

Longitud del dedo central de la primera mano (LPr)

Longitud del dedo central de la penúltima mano (LPe)

Longitud del racimo (cm): Se midió la longitud total del racimo utilizando una cinta métrica. Las diferentes labores agronómicas del cultivo deben de estar encaminadas a garantizar la correcta evolución de cada una de la etapas fenológicas (INTA, 1997).

3.4.3 Análisis económico: Para realizar los cálculos se tomó como referencia la variable número de dedos del racimo a cosecha.

3.5 Análisis de los datos

Se realizó un análisis de normalidad (Shapiro Wilks) y homogeneidad (Levene), se verificó que todos los datos sean normales, al encontrarse normalidad en las variables se utilizó la técnicas paramétricas (ANDEVA, separación de medias según Tukey, al 95 % de confianza) y al no encontrarse normalidad se utilizó la técnica no paramétrica (Kruskal Wallis, al 95 % de confianza).

El análisis de varianza no paramétrica Kruskal Wallis se basa en que no necesariamente el tratamiento que presente mayor valor en su media obtiene la categoría superior, aquel tratamiento que tenga una suma de rangos superior asignado a las observaciones dentro de cada tratamiento será el mejor. Este análisis permite realizar comparaciones de pares entre las medias de los rangos de los tratamientos en estudio.

El análisis económico fue realizado mediante la metodología planteada por CIMMYT (1988).

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Variables de crecimiento

4.1.1 Altura de la planta

Reyes (1990) señala que la variable altura de la planta, es importante porque determina la tolerancia al acame y resistencia al ataque del picudo negro (*Cosmopolites sordidus* G) de las musáceas. A mayor altura y velocidad del viento las plantas son más susceptibles al acame y a menor altura mayor resistencia.

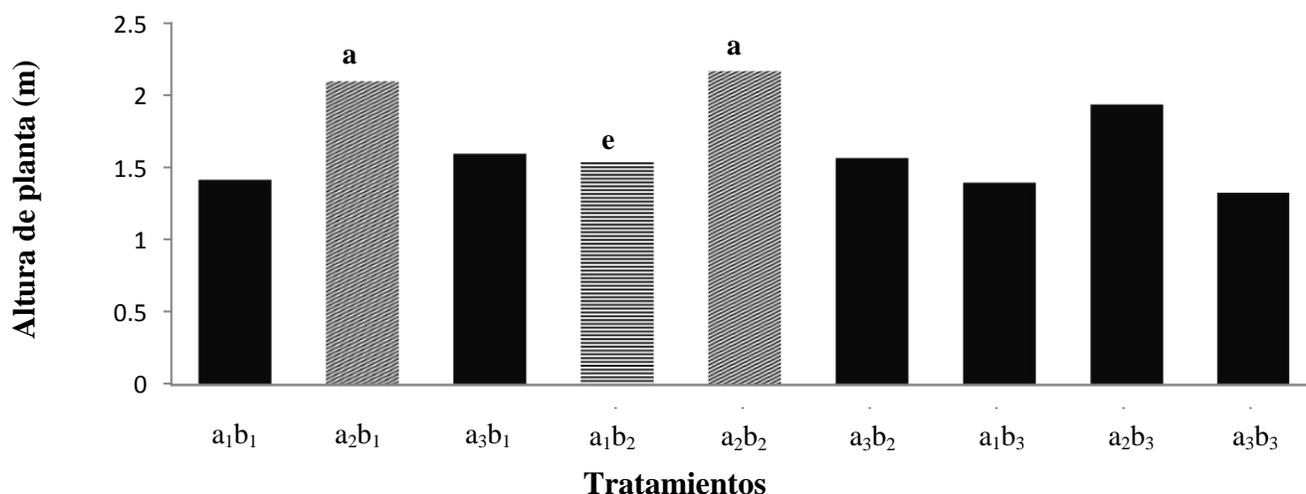


Figura 2. Altura de las plantas (m) con aplicaciones de vermicompost y fertilización foliar complementaria, UNA, 2011-20113.

Según los resultados analizados utilizando la técnica no paramétrica Kruskal Wallis el mejor tratamiento fue a₂b₁ (30 t ha⁻¹ + enraizador Rooting) con una altura de 2.1 m y la menor altura obtenida fue con el tratamiento a₁b₂ (15 t ha⁻¹ + enraizador Rooting + formula 20-20-20) con 1.54 m (Figura 2).

Dicha variable está influenciada por un gran número de genes en los cuales interactúan con el ambiente (Jugenheimer, 1990). MINAG (1988), señala que el déficit de agua en cualquier fase de desarrollo influye negativamente en su crecimiento, desarrollo y rendimiento. El período de establecimiento (los primeros 90 días) y la primera parte del período vegetativo (aproximadamente hasta los 150 o 180 días)

determinan el potencial de crecimiento de las plantas y del tamaño del racimo. Martínez & González (2007) mencionan que la altura promedio de la variedad CEMSA ¾ se encuentra entre el rango de 2.15 – 2.75 metros, estos resultados estuvieron por debajo de la altura promedio de esta variedad. Con los resultados obtenidos podemos afirmar que hay efecto negativo al aplicar vermicompost y fertilización foliar complementaria cuando la plantación al establecerse pasa por un período de estrés hídrico, lo cual trajo como consecuencia que el desarrollo de las plantas disminuirá alargando el ciclo vegetativo del cultivo (Figura 2).

4.1.2 Diámetro del pseudotallo

Soto (1985), señala que a mayor diámetro del pseudotallo mayor es la capacidad de retención de reservas amiláceas e hídricas y mayor resistencia al acame, además permiten a la planta alcanzar mayor altura y elevar el nivel de las hojas que captan la luz solar.

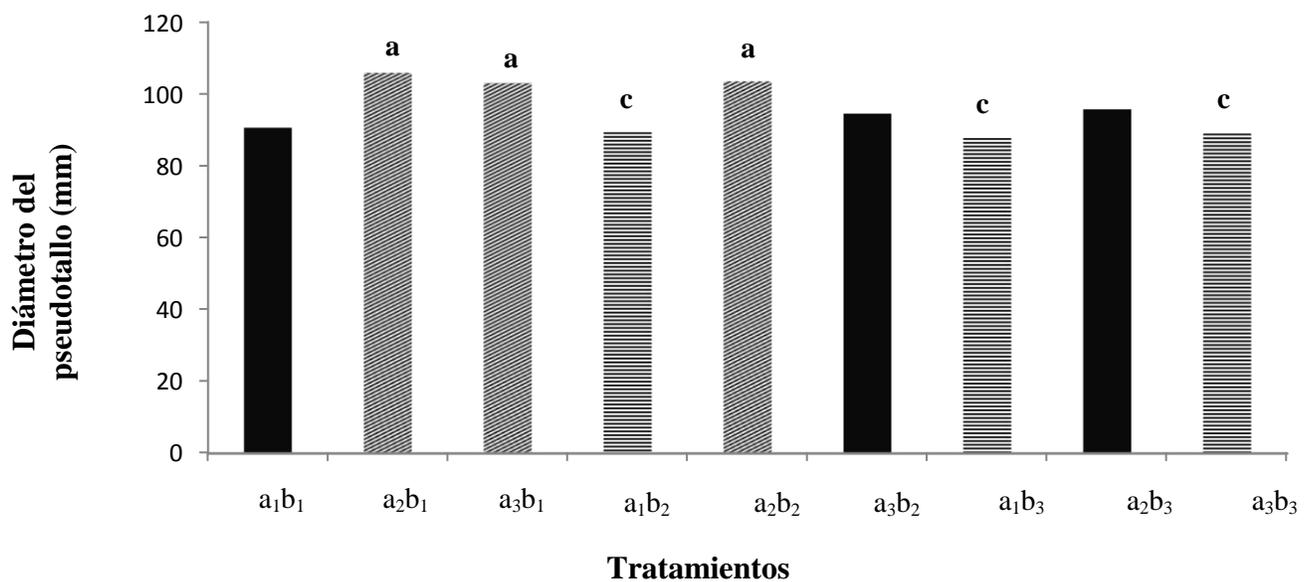


Figura 3. Diámetro del pseudotallo (mm) con aplicaciones de vermicompost y fertilización foliar complementaria, UNA, 2011-2013.

Según los resultados analizados utilizando la técnica no paramétrica Kruskal Wallis las plantas que presentaron mayor diámetro en el pseudotallo fueron aquellas tratadas con a₂b₁ (30 t ha⁻¹ + enraizador Rooting); esta tratamiento alcanzó 105.94 mm y el diámetro menor se encontró en el tratamiento a₁b₃

(15 t ha⁻¹ + enraizador Rooting + formula 20-20-20 + sulfato de magnesio) con un promedio de 87.78 mm (Figura 3).

Rodríguez (1992), agrega que el manejo del cultivo de musácea sin riego en época seca afecta drásticamente los procesos morfológicos y fisiológicos. En esta investigación se logró comprobar que las plantas de plátano al someterse a estrés hídrico ya que en los meses de enero, febrero y marzo hubo precipitaciones (Figura 1) y un bajo nivel de fertilización tienden a reducir el diámetro de su pseudotallo.

4.1.3 Número de hojas funcionales a cosecha

Soto (1985), afirma que mantener 8 hojas en las plantas es suficiente para mantener un desarrollo normal del racimo hasta la cosecha y que el potasio y el magnesio son los elementos que tienen mayor efecto en la duración funcional de las hojas. Samson (1991), menciona que el 80 % de la fotosíntesis de la planta se lleva a cabo en las hojas de la 2 a la 5.

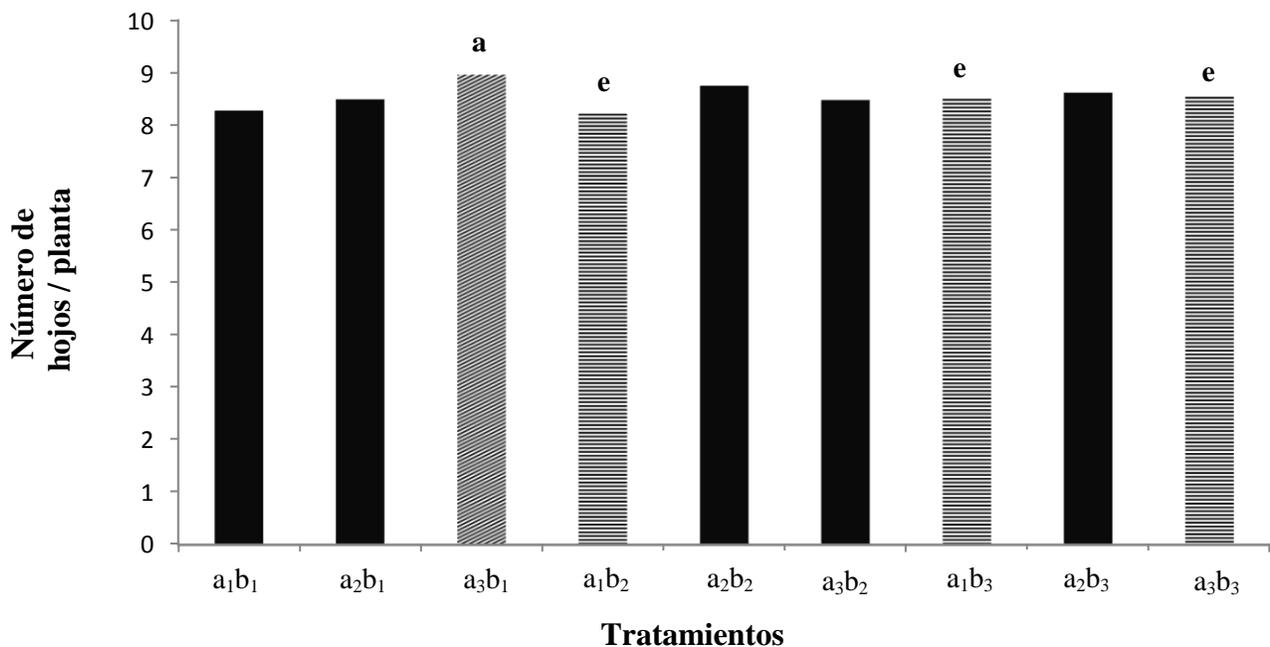


Figura 4. Número de hojas funcionales al aplicar vermicompost y fertilización foliar complementaria, UNA, 2011-2013.

Según los resultados analizados utilizando la técnica no paramétrica Kruskal Wallis el tratamiento que presentó el mayor número de hojas es a₃b₁ (45 t ha⁻¹ + enraizador Rooting) con un promedio de 8.96 y

el tratamiento con menor número de hojas es a₁b₂ (15 t ha⁻¹ +enraizador Rooting + formula20-20-20) con un promedio de 8.22 (Figura 4).

Champion (1992), señala que una planta puede emitir aproximadamente 38 hojas durante todo su ciclo. En la tercera fase de desarrollo (fase productiva) es necesario la permanencia de una mínimo de 6 a 8 hojas al momento de la floración, un clima adecuado y que exista alta incidencia de plagas que defolien la planta durante la culminación de esta fase. Podemos afirmar que en nuestra investigación el número de hojas estuvo influenciado por la alta incidencia de sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola* L.) siendo este principal problema en el número de hojas afectando la actividad fotosintética y por consiguiente el desarrollo y crecimiento de la plantas.

El pH en el año 2011 se comportó en un rango de 7.45 – 7.95, dos años después se observa un incremento a un intervalo de entre 8.22 – 8.46 luego de aplicaciones con vermicompost y fertilización foliar complementaria (Cuadro 4). Sanzano (2008), afirma que la absorción de K es óptima en pH cercano al neutro. Suelos ricos en minerales fijadores de K disminuyen su poder de fijación con el aumento de la acidez. En la textura, los materiales coloidales, arcillosos, retienen más K que aquellos de texturas gruesas, disminuyendo así su pérdida por lavado y permitiendo una mayor acumulación del mismo en el perfil del suelo. Suelos ricos en arcillas poseen un buen contenido de K. Debido a la escasa lixiviación, la disponibilidad de K es mayor en suelos con régimen de humedad ústico o más secos. Son suelos neutros a alcalinos que no necesitan fertilización potásica aún para cultivos de alta producción. En estas regiones, al ser mayor la evaporación que la precipitación, existe un cierto ascenso capilar de K. Fassbender (1993), señala que los microorganismos del género *Bacillus spp*, son los principales encargados de liberar los nutrientes, por lo que al aplicar vermicompost se brindan las condiciones óptimas para el desarrollo de dichos microorganismos de esta manera hacen que los partículas de los nutrientes estén en forma disponible para la absorción por las plantas lo cual contribuyó a que las concentraciones de K aumentaran.

Según Corbellla & Fernández (2009), el humus tiene una capacidad de intercambio catiónica de dos a tres veces mayor que la de varios tipos de minerales de arcilla, generalmente es responsable del 50 a 90 % de poder de absorción de cationes de los suelos minerales superficiales.

Cuadro 4. Resultados del análisis físico-químico de suelo cultivado con plátano variedad CEMSA ¾, UNA, 2011-2013.

A	T	pH	MO	N	P	Ce	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	Prof	Partículas (%)			CT
		(H ₂ O)	(%)		(ppm)	(μS/cm)	(meq/100 g Suelo)		(ppm)				(cm)	Arc.	L	Are		
2011	a ₁	7.60	2.5	0.13	14.0	184.3	4.4	31.6	7.6	2.1	0.64	3.2	38.3	20	15.6	24.2	60.2	F ₁
	a ₂	7.45	3.1	0.16	25.7	190.7	6.7	26.5	6.3	8.8	0.96	8.7	51.6	20	15.6	26.2	58.2	F1
	a ₃	7.95	3.2	0.16	6.3	181.7	3.5	30.2	7.2	4.9	1.04	4.2	45.3	20	15.6	24.2	60.2	F1
2013	a ₁	8.46	2.4	0.12	17.0	93.7	39.4	22.9	8.6	29.5	2.39	5.0	42.6	20	19.8	18	62.2	F ₂
	a ₂	8.22	2.9	0.14	24.3	76.6	63.2	24.0	8.1	14.7	0.53	1.7	43.4	20	21.8	18	60.2	F1
	a ₃	8.28	2.9	0.14	10.9	119.2	16.9	23.8	9.1	31.3	1.08	2.1	29.9	20	21.8	18	60.2	F1

Año (A); Potencial de hidrogeno (pH); Materia Orgánica (MO); Nitrógeno (N); Fosforo (P); Conductividad eléctrica (CE); Potasio (K); Calcio (Ca); Magnesio (Mg); Hierro (Fe); Cobre (Cu); Zinc (Zn); Manganeseo (Mn); Tratamiento (T); Profundidad (Prof); Arcilla (Arc); Limo (L); Arena (Are); Franco arcilloso arenoso (F₁); Franco arcilloso (F₂); Clase Textural (CT)

Igual que las arcillas los coloides húmicos retienen cationes nutrientes (K, Ca, Mg, etc.) en forma fácilmente intercambiada a partir de las que las plantas pueden usarlo pero no pueden ser fácilmente llevados fuera del perfil por el agua que percola. Los ácidos orgánicos polisacáridos y ácidos fúlvicos pueden atraer cationes como Fe⁺³, Cu⁺², Zn⁺², y Mn⁺² de los bordes de la estructuras minerales y formar quelatos o llevarlos en complejos órgano minerales estable.

4.1.4 Área foliar

El área foliar es uno de los parámetros utilizados para determinar el potencial fotosintético de la planta. El incremento en desarrollo y producción de un cultivo depende fundamentalmente del desarrollo progresivo de su área foliar, lo que permite utilizar más eficientemente el área foliar en el proceso de fotosíntesis (Cayón, 2001).

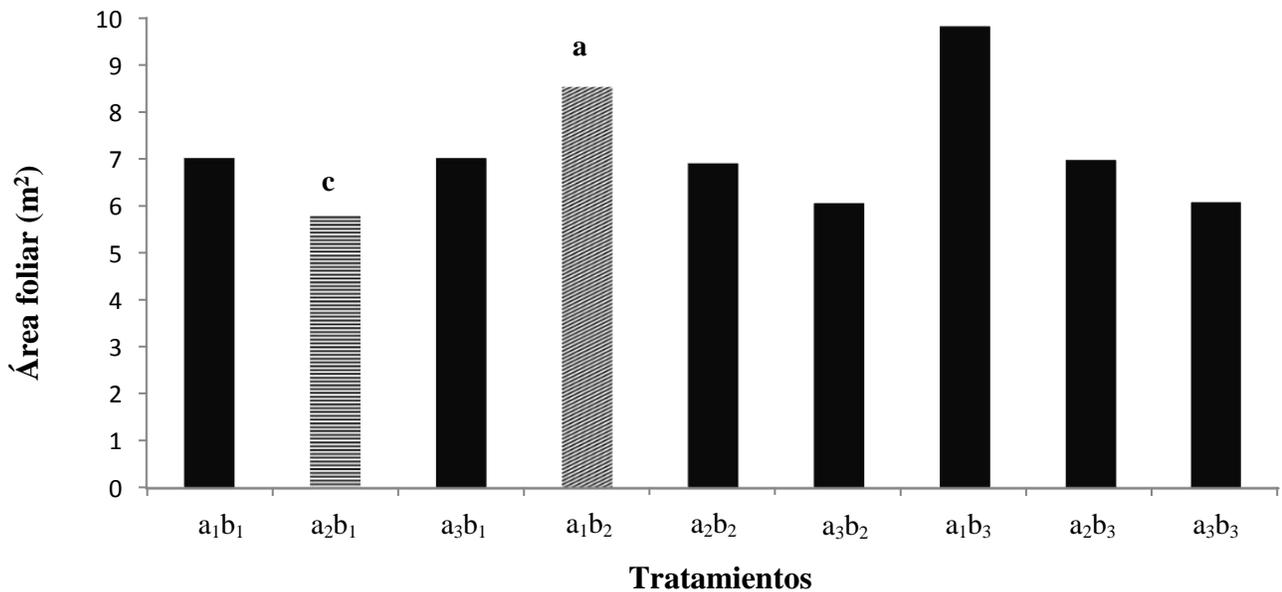


Figura 5. Cálculo del área foliar (m²) al aplicar vermicompost y fertilización foliar complementaria, UNA, 2011-2013.

Con los resultados obtenidos utilizando la técnica no paramétrica Kruskal Wallis con el 95 % de confiabilidad se confirma que existe diferencia significativa en área foliar el mejor tratamiento fue a₁b₂ (15 t ha⁻¹ + enraizador Rooting + formula 20-20-20) con un promedio de 8.54 y el tratamiento con menor área foliar el a₂b₁ (30 t ha⁻¹ + enraizador Rooting) con un promedio de 5.79 (Figura 5).

Samson (1991), señala que a mayor longitud de la hoja la superficie foliar incrementa y la planta posee mayor capacidad fotosintética. Champions (1968), señala que el ancho de la hoja está directamente relacionado al largo, a menor largo mayor ancho de la hoja y de igual manera hay un incremento de la actividad fotosintética. El desarrollo progresivo de hojas determina el crecimiento y producción del cultivo, por los tanto estas deben mantenerse funcionales desde el inicio de la floración y durante el

desarrollo de los frutos. La modificación del dosel de un cultivo, mediante la remoción selectiva de la hojas, influye en el desarrollo del área foliar y la fructificación de la planta. Una mayor área foliar contribuye a un aumento del rendimiento al incrementar los niveles de fotosíntesis con lo cual aumenta la biomasa productiva (Cayón 1999).

4.1.5 Número de hijos

Champions (1975), dependiendo del número de hijos emitidos por la planta hay facilidad de escoger los mejores hijos para las futuras cosechas. Según Samson (1991), a mayor cantidad de hijos en plantaciones comerciales hay oportunidad de deshijar entre 4 a 5 veces para replantar o comercializar.

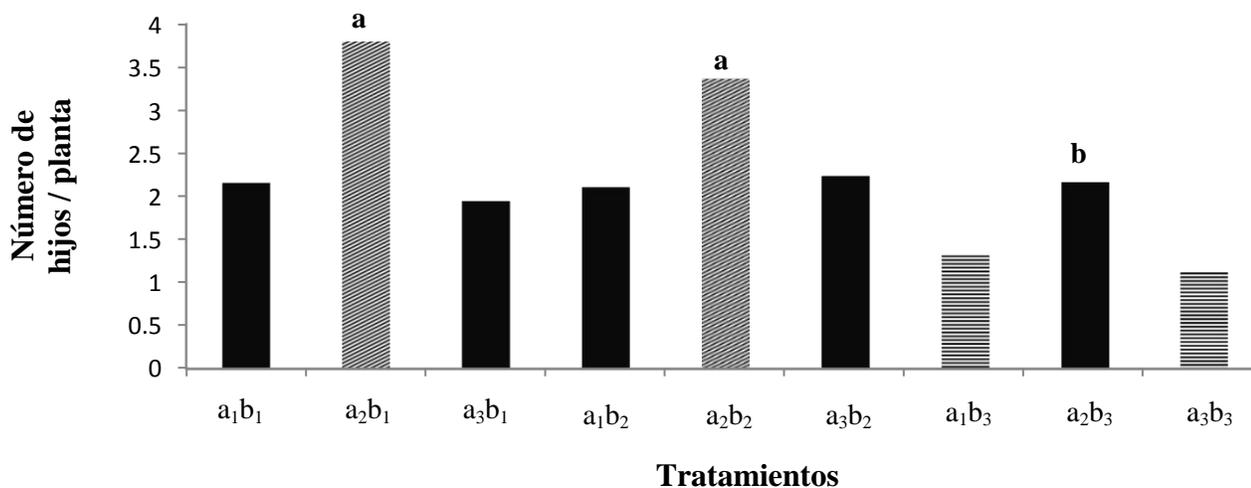


Figura 6. Número de hijos al aplicar vermicompost y fertilización foliar complementaria, UNA, 2011-2013.

En la variable número de hijos se reportaron diferencias estadísticas encontrando que el tratamiento a₂b₁ (30 t ha⁻¹ + enraizador Rooting) obtuvo un promedio de 3.8 hijos por plantas siendo el tratamiento con mayor producción de hijos. El menor promedio lo obtuvo el tratamiento a₃b₃ (45 t ha⁻¹ + enraizador Rooting + formula 20-20-20 + sulfato de magnesio) con 1.12 hijos por planta (Figura 6).

Champions (1992), asegura que en la naturaleza puede observarse que cuando un plátano produce varios retoños de buena calidad, algunos de ellos se desarrollan más que otros; las condiciones ambientales y en particular a la intensidad de luz en suelo compactado pueden afectar la aparición de

retoños por todo el ciclo. Producto de la aplicación de vermicompost y fertilización foliar complementaria la capacidad de ahijamiento estuvo influenciado (por el manejo agronómico y fertilización) ya que los demás componentes fueron iguales (agua, luz y suelo) para los diferentes tratamientos.

4.4 Variables del rendimiento

4.4.1 Peso del racimo

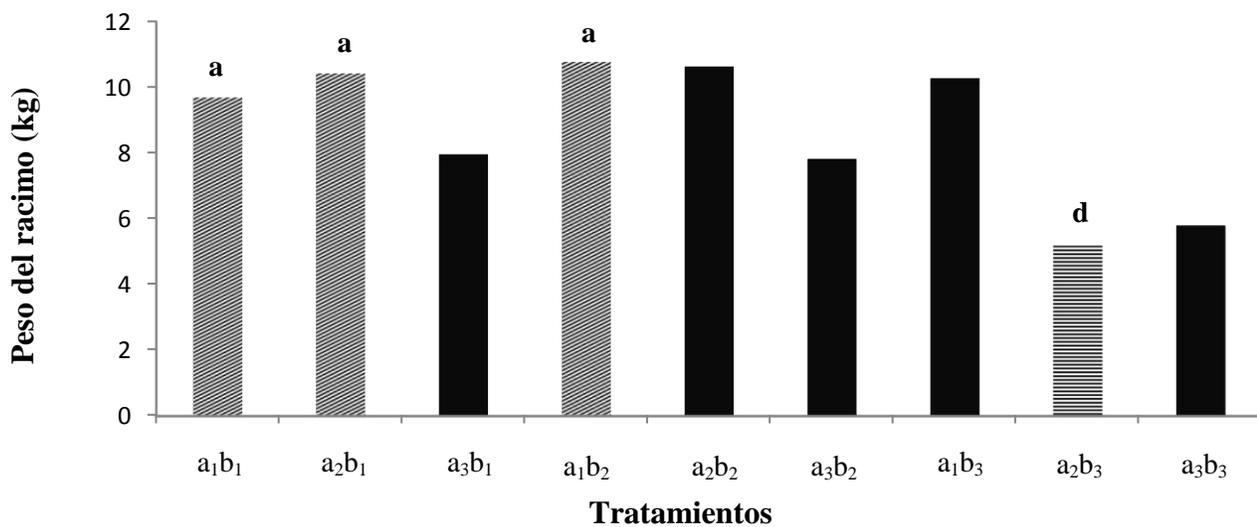


Figura 7. Peso del racimo (kg) al aplicar vermicompost y fertilización foliar complementaria, UNA, 2011-2013.

Según los resultados obtenidos utilizando la técnica no paramétrica Kruskal Wallis el mejor tratamiento fue a₂b₁ (30 t ha⁻¹ + enraizador Rooting) con promedio de 10.43 kg y el tratamiento que presentó el menor promedio fue a₁b₃ (15 t ha⁻¹ + enraizador Rooting + fórmula 20-20-20 + sulfato de magnesio) con un 5.21 kg (Figura 7).

Urbina (1993), señala que el rendimiento del plátano está condicionado por su potencial genético, nutrición y factores ambientales (agua, luz, temperatura etc.). Según Martínez & González (2007), el peso del racimo para la variedad CEMSA ¾ oscila entre 7 y 13 kg. A excepción de los tratamientos a₁b₃ y a₃b₃ los demás tratamientos se encuentran dentro del rango mencionado. Es preciso mencionar

que en nuestra investigación las plantas estuvieron sometidas a estrés hídrico provocado por la época seca, de esta manera fue afectado el proceso de fotosíntesis lo cual se ve reflejado en mayor o menor peso del órgano de interés comercial.

4.4.2 Número de manos por racimos cosechado

Simmonds (1997), plantea que a mayor número de manos por racimo existe una declinación en el tamaño medio del fruto, desde la mano basal a la mano apical la cual constituye un 55 a un 60 % del tamaño de la primera.

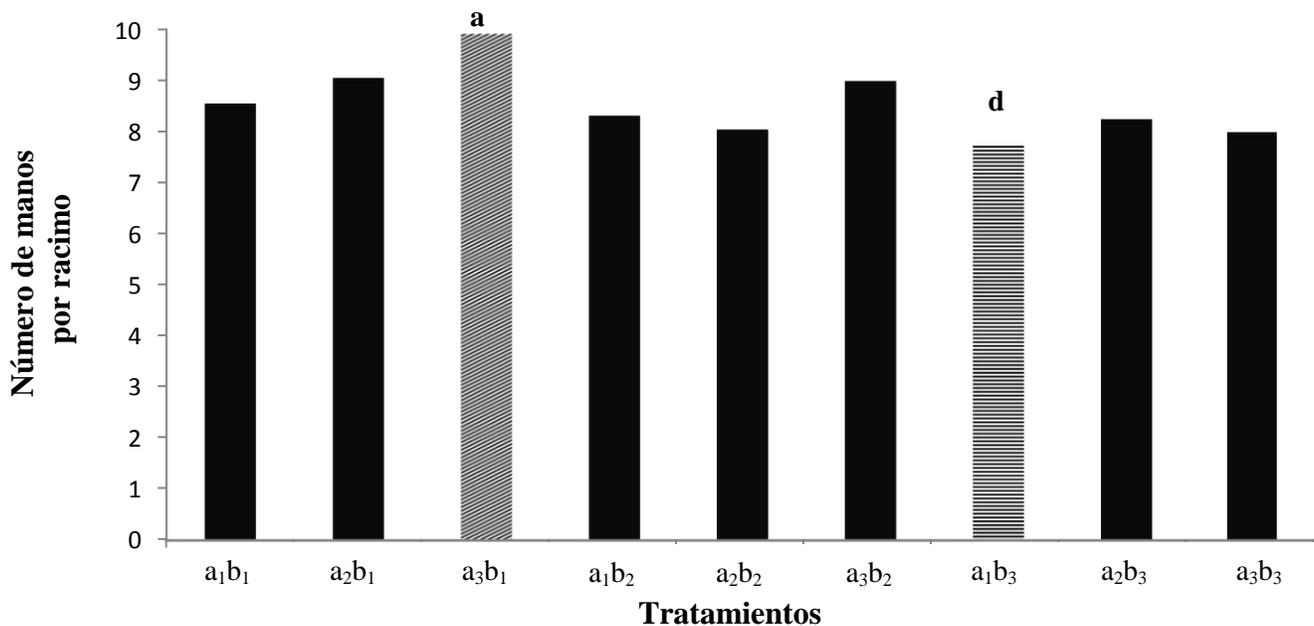


Figura 8. Número de manos por racimo cosechado al aplicar vermicompost mas, fertilización foliar complementaria, UNA, 2011-2013.

Estadísticamente el tratamiento que presentó mayor número de manos fue a₃b₁ (45 t ha⁻¹ + enraizador Rooting) con 9.92 manos por racimo, no así el tratamiento a₁b₃ (15 t ha⁻¹ + enraizador Rooting + formula 20-20-20 + sulfato de magnesio) que presentó menor número de manos con 7.73 manos por racimo (Figura 8).

Según INIVIT (2003), la variedad CEMSA ¾ en condiciones de secano y fertilización convencional presenta un promedio de 7 manos por racimo. En este estudio de investigación se determinó que al aplicar vermicompost más fertilización foliar complementaria el promedio de número de manos por racimo supera los encontrados por INIVIT.

4.4.3 Número de dedos del racimo a cosecha

Simmonds (1997), menciona que a menor número de manos por racimo mayor número de dedos por manos. En racimos con más de 9 manos la segunda mano tiene mayor número de dedos que la primera.

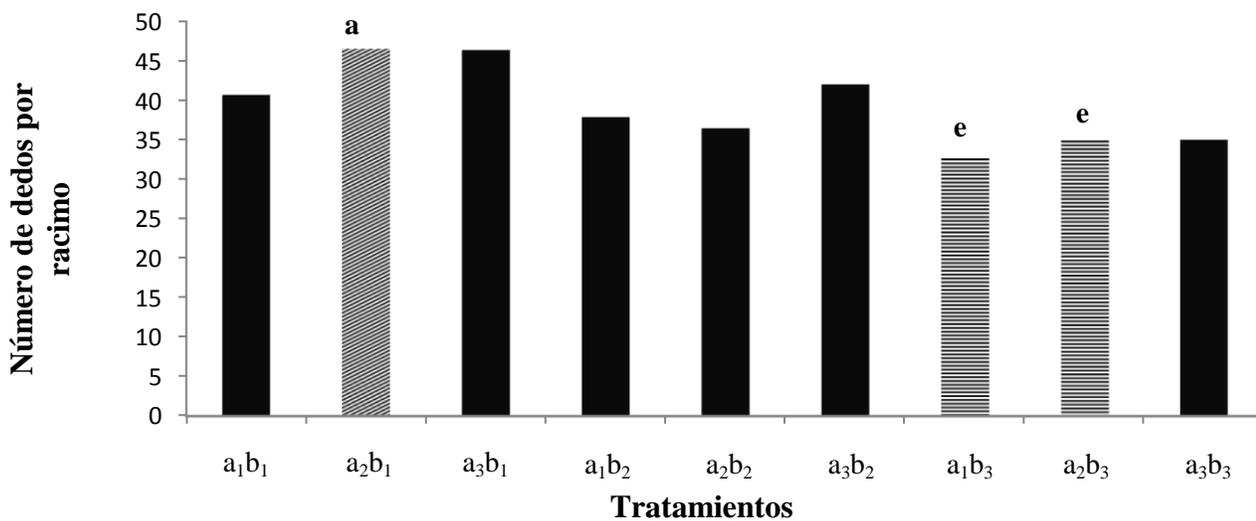


Figura 9. Número de dedos por racimo al aplicar vermicompost más fertilización foliar complementaria, UNA, 2011-20113.

Los resultados al utilizar el análisis estadístico ANDEVA demostró que el mejor tratamiento fue a₂b₁ (30 t ha⁻¹ + enraizador Rooting) con 46.59 dedos por racimo y el que presentó menor número de dedos por racimo es el tratamiento a₁b₃ (15 t ha⁻¹ + enraizador Rooting + formula 20-20-20 + sulfato de magnesio) con 32.73 dedos por racimo (Figura 9).

Espinoza (1998), asegura que la expresión número de dedos es codificada genéticamente al momento de la diferenciación floral y solamente es alterada cuando se presentan condiciones adversas antes de que ocurra dicha diferenciación. La oferta hídrica es el factor que impide la expresión del potencial genético de la planta. Los rendimientos en t ha⁻¹ están influenciados por el diámetro, longitud y número

de dedos por racimo debido a que un aumento en alguna de estas variables aumenta el peso del racimo por lo tanto los rendimientos aumentan. En esta investigación podemos afirmar que al aplicar vermicompost más fertilización foliar complementaria todos los tratamientos se encuentran dentro del rango establecido para la variedad CEMSA 3/4, que oscila entre 32 y 46 según lo reportado por Martínez & González (2007).

4.4.4 Diámetro del raquis

Simmonds (1997) afirma que el raquis sostiene el racimo de frutos lo suficientemente fuerte para que se mantenga erecto durante todo su desarrollo.

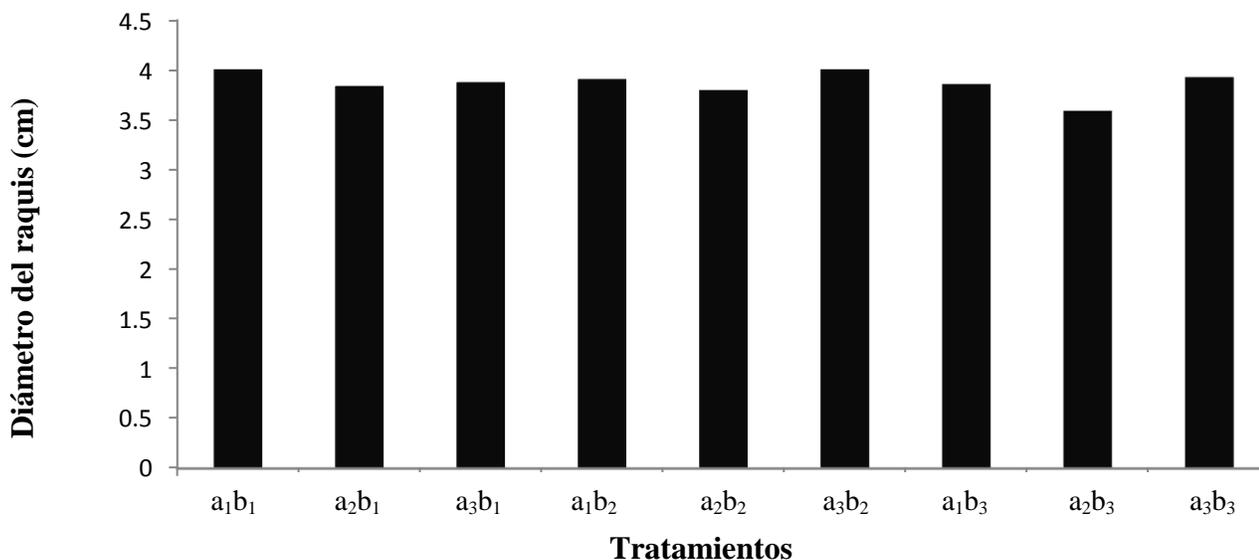


Figura 10. Diámetro del raquis del racimo (cm) al aplicar vermicompost más fertilización foliar complementaria, UNA, 2011-2013.

Los datos analizados en la prueba no paramétrica kruskal wallis con un 95 % de confiabilidad demuestra que no existen diferencias estadísticas significativa entre los tratamientos (Figura 10). Esto coincide con lo planteado por García (2006), el diámetro del raquis está determinado por la variedad y el manejo agronómico de la plantación.

4.4.5 Longitud del racimo

Galán (1992), menciona que la longitud del racimo está determinada por el cultivar. Según los resultados de la ANDEVA se demuestra que el tratamiento a_3b_1 (45 t ha^{-1} + enraizador Rooting) obtuvo el mejor promedio con 69.08 cm siendo el de mayor longitud. El tratamiento a_2b_3 (30 t ha^{-1} + enraizador Rooting + formula 20-20-20 + sulfato de magnesio) presentó un promedio de 54.63 cm siendo este el de menor longitud (Figura 11).

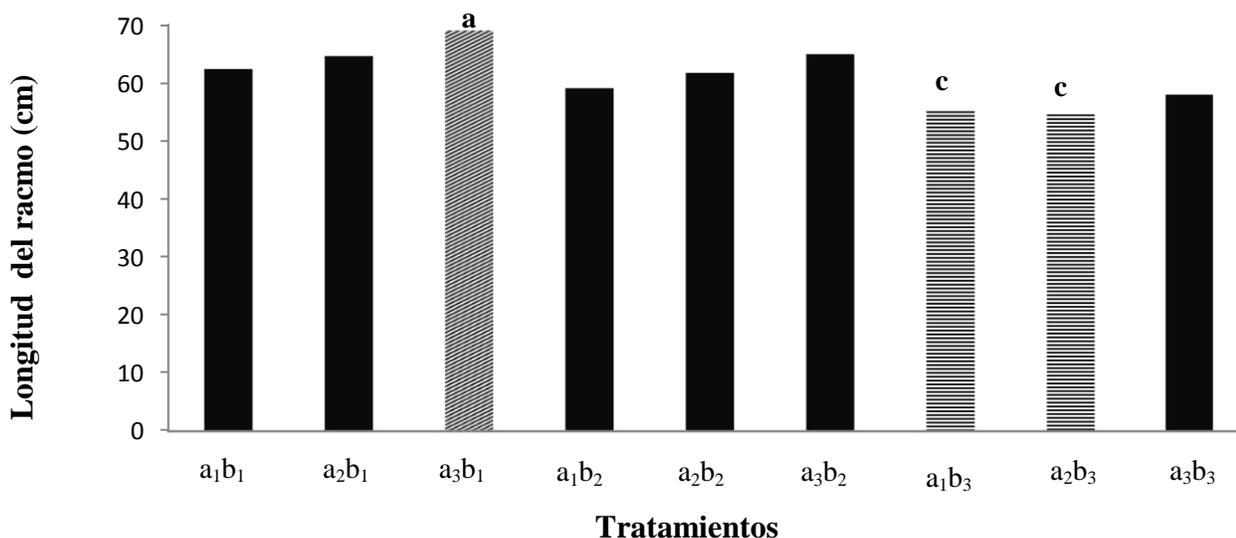


Figura 11. Longitud del racimo (cm) al aplicar vermicompost mas fertilización foliar complementaria, UNA, 2011-2013.

Champion (1968), destaca que el tamaño el racimo es definido en la fase de desarrollo vegetativo. Estudios realizados coinciden en señalar que el período más crítico de la producción de este cultivo es el momento en que se inicia la diferenciación floral que puede ocurrir entre los 4 a 6 meses, después de este momento tenemos muy poca oportunidad para influir en la cantidad de frutos del racimo y únicamente podemos influir en la calidad del racimo (Urbina, 1993).

4.4.6 Diámetro y longitud de la primera y penúltima mano.

Importancia de estas cuatro variables radica en que se utiliza como indicador de calidad del fruto de plátano y generalmente tiende a disminuir según el potencial nutricional de la planta.

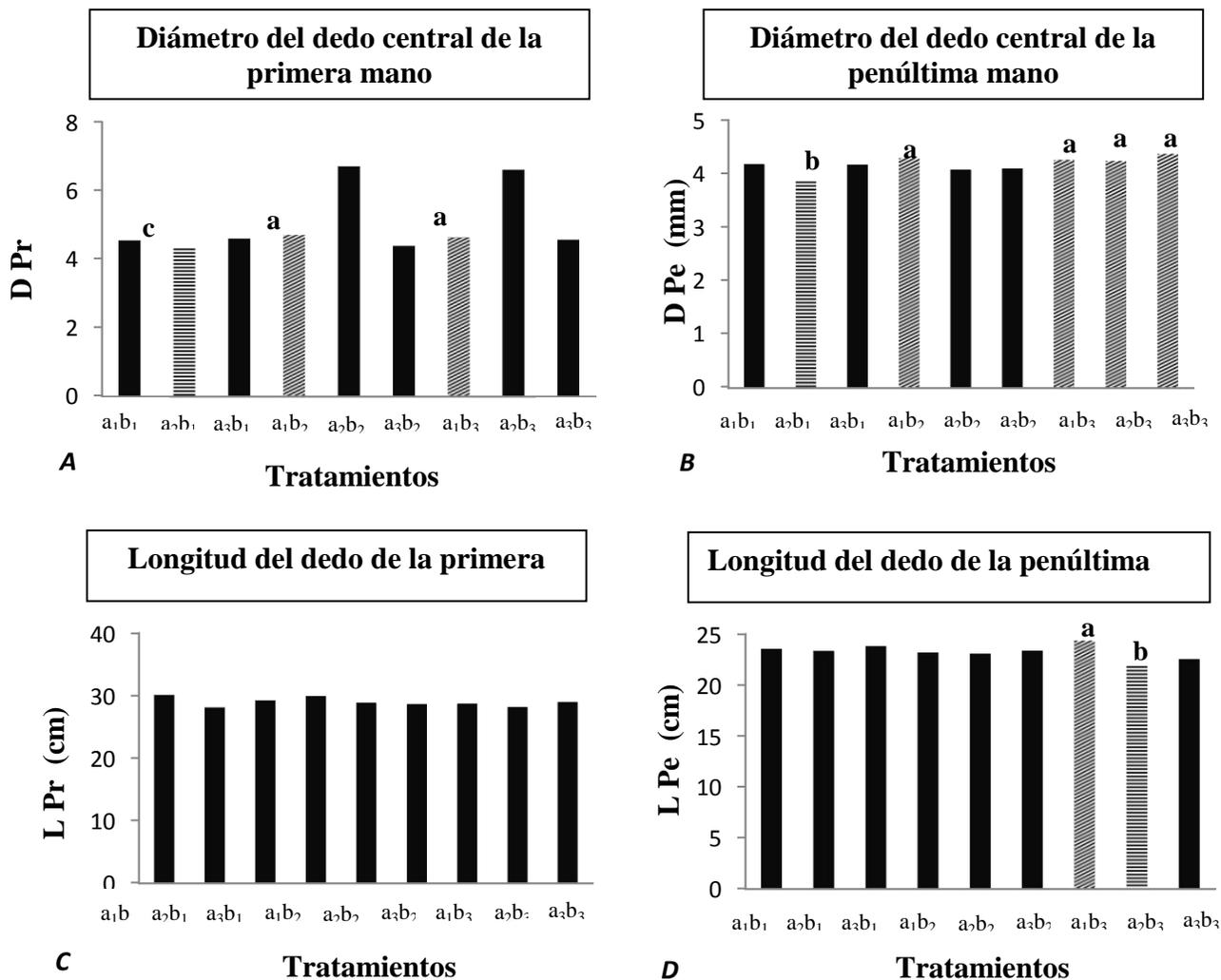


Figura 12. Diámetro (mm) y longitud (cm) del dedo central de la primera y penúltima mano al aplicar vermicompost más fertilización foliar completaría, UNA, 2011-2013.

A: Diámetro del dedo central de la primera mano; B: Diámetro del dedo central de la penúltima mano; C: Longitud del dedo central de la primera mano; D: Longitud del dedo central de la penúltima mano.

El análisis estadístico realizado para la variable DPr con la herramienta no paramétrica Kruscal Wallis, demostró que el mejor tratamiento encontrado fue el a_3b_3 (30 t ha⁻¹ + enraizador Rooting + formula 20-20-20 + sulfato de magnesio) con 4.58 cm y el tratamiento que presento el promedio más bajo fue a_1b_1 (15 t ha⁻¹ + enraizador Rooting) con 4.56 cm (Figura 12).

El análisis estadístico realizado a través de la ANDEVA con un 95 % confiabilidad demuestra que en la variable DPe el tratamiento que presentó mayor promedio fue a_1b_2 (15 t ha⁻¹ + enraizador Rooting + formula 20-20-20) con 4.72 cm y el tratamiento con menor diámetro fue a_2b_1 (30 t ha⁻¹ + enraizador Rooting) con un valor de 4.33 cm de diámetro. Estadísticamente no se encontró diferencia significativa para la variable LPr.

Según los cálculos estadísticos realizados para la variable LPe mejor tratamiento a_1b_3 (15 t ha⁻¹ + enraizador Rooting + formula 20-20-20 + sulfato de magnesio) con una longitud de 24.36 cm y el tratamiento con menor LPe fue a_2b_3 (30 t ha⁻¹ + enraizador Rooting + formula 20-20-20 + sulfato de magnesio) un valor de 21.88 cm.

Los factores que afectan el tamaño del frutos están sujetos a la deficiencia de los fertilizantes en la primeras etapas de los cultivos, por la sequía, temperatura, y la defoliación tienden a reducir su tamaño (Simmonds, 1966). Las variables productivas diámetro del dedo de la primera mano, diámetro del dedo de la penúltima mano, largo del dedo de la primera mano y largo del dedo de penúltima mano están directamente influenciados por manejo agronómico prácticas como desmane el cual garantiza que los dedos sean de mayor calidad (largo y diámetro) principalmente en las últimas manos, la fertilidad adecuada de los suelos, asociado con factores ambientales.

4.5 Análisis económico de los tratamientos

Cuadro 5. Producción económica (C\$) para los 9 tratamientos por ha, UNA, 2011-2013

Tratamiento	Medias dedos racimo	Nº de dedos (nº ha ⁻¹)	Precio unitario dedos C\$	Total C\$
a ₁ b ₁	37	92500	2	185000
a₂b₁	46.59	116475	2	232950
a₃b₁	46.42	116050	2	232100
a ₁ b ₂	37.95	94875	2	189750
a ₂ b ₂	36.55	91375	2	182750
a₃b₂	42.08	105200	2	210400
a ₁ b ₃	32.73	81825	2	163650
a ₂ b ₃	35	87500	2	175000
a ₃ b ₃	35.09	87725	2	175450

Los mejores tres tratamientos a₂b₁, a₃b₁ y a₃b₂, son los que se utilizaron para realizar el análisis económico (Cuadro 5).

4.5.1 Costos de producción para una hectárea por tratamiento

Cuadro 6. Costos de producción por ha para los tratamientos (a₃b₂, a₂b₁, a₃b₁), UNA, 2011-2013

DETALLES	Unidad	Cantidad	a ₃ b ₂		a ₂ b ₁		a ₃ b ₁	
			Costo unitario C\$	Total C\$	Costo unitario C\$	Total C\$	Costo unitario C\$	Total C\$
Plántulas	n°	10	2500	25000	2500	25000	2500	25000
Vermicompost	Sacos	80	1238	99040	825	66000	1238	99040
Limpieza del área	d/h	8	150	1200	150	1200	150	1200
Hoyado	d/h	13	150	1950	150	1950	150	1950
Siembra	d/h	10	150	1500	150	1500	150	1500
Deshoja	d/h	4	150	600	150	600	150	600
Cloro	Litros	25	23	575	23	575	23	575
Enraizador	Litros	220	2	440	2	440	2	440
Completo 20-20-20	Kg	150	1	150	NSU	0	NSU	0
Días Hombres por aplicación de cloro	d/h	10	150	1500	150	1500	150	1500
Control de malezas	d/h	24	150	3600	4	3600	24	3600
Combustible	Litros	34	14	476	14	476	14	476
Costo de transporte	C\$	1500	1	1500	2	3000	3	4500
Cosecha	d/h	150	10	1500	150	1500	150	1500
Total C\$ / ha		-	-	139031		107341		141881

NSU: no se utilizó

4.5.2 Beneficio bruto por tratamiento

Cuadro 7. Beneficio bruto de los tres tratamientos con el menor costo variable para el cultivo de plátano, UNA, 2011-2013

Beneficio brutos	a₃b₂	a₂b₁	a₃b₁
Plantas cosechadas (N°)	2500	2500	2500
Dedos cosechados promedios (N°)	42.08	46.59	46.42
Total de dedos (N°)	105200	116475	116050
Precio unitario dedos (C\$)	2	2	2
Ingreso bruto (C\$)	210400	232950	232100

Se utilizó 2,500 plantas como densidad de siembra. El cálculo del número de dedos se realizó al multiplicar el total de plantas a cosecha por el número de dedos promedio por tratamiento. Los ingresos por venta fueron obtenidos al multiplicar el total de dedos por el costo unitario (Cuadro 7).

El tratamiento con mayor beneficio de ingresos brutos es el a₂b₁ con C\$ 232,950.00. Este tratamiento presentó mayor número de dedos, mayor peso del racimo y costos de producción son menos que el tratamiento a₃b₁ (Cuadro 7).

4.5.3 Beneficio neto por tratamiento.

Cuadro 8. Beneficio neto de los tres tratamientos con el menor costo variable para el cultivo de plátano, UNA, 2011-2013

Beneficios netos	a₃b₂	a₂b₁	a₃b₁
Ingresos totales por venta (C\$)	210400	232950	232100
Costos totales (C\$)	139031	107341	141881
Ganancia (C\$)	71369	125609	90219
Beneficio-Costo (C\$)	1.51	2.17	1.63

En la relación beneficios netos el tratamiento a₂b₁ sigue presentando los mejores resultados en cuando al beneficio monetario. La relación benéfico - costo para los tres mejores tratamientos demuestra que el mejor tratamiento es el a₂b₁ ya que por cada córdoba invertido genera 1.17 córdobas en segundo lugar el tratamiento a₃b₁ por cada córdoba invertido se genera 0.63 córdobas y el tratamiento que genera la menor ganancia es el a₃b₂ ya que por cada córdoba invertido se genera 0.51 córdobas (Cuadro 8).

4.5.4 Análisis de sensibilidad al disminuir el 25 % del costo unitario de los dedos

Cuadro 9. Análisis de sensibilidad al disminuir el 25 % del costo unitario de los dedos, UNA, 2011-2013

Beneficio brutos	a₃b₂	a₂b₁	a₃b₁
Plantas cosechadas (N°)	2500	2500	2500
Dedos cosechados promedios (N°)	42.08	46.59	46.42
Total de dedos (N°)	105200	116475	116050
Precio unitario dedos (C\$)	1.5	1.5	1.5
Ingreso bruto (C\$)	157800	174712.5	174075
Beneficios netos	a₃b₂	a₂b₁	a₃b₁
Ingresos totales por venta (C\$)	157800	174712.5	174075
Costos totales (C\$)	139031	107341	141881
Ganancia (C\$)	18769	67371.5	32194

4.5.5 Análisis de sensibilidad al disminuir el 50 % del costo unitario de los dedos

Cuadro 10. Análisis de sensibilidad al disminuir el 50 % del costo unitario de los dedos, UNA, 2011-2013

Beneficio brutos	a₃b₂	a₂b₁	a₃b₁
Plantas cosechadas (N°)	2500	2500	2500
Dedos cosechados promedios (N°)	42.08	46.59	46.42
Total de dedos (N°)	105200	116475	116050
Precio unitario dedos (C\$)	1	1	1
Ingreso bruto (C\$)	105200	116475	116050
Beneficios netos	a₃b₂	a₂b₁	a₃b₁
Ingresos totales por venta (C\$)	105200	116475	116050
Costos totales (C\$)	139031	107341	141881
Ganancia (C\$)	-33831	9134	-25831

En el análisis de sensibilidad se demuestra que los tratamientos a_3b_2 , a_2b_1 , a_3b_1 con una disminución de 25 % del costo del plátano siguen siendo factibles (Cuadro 9). Al disminuir un 50 % en el precio del dedo el único tratamiento que presentó factibilidad fue el a_2b_1 (Cuadro 9).

4.6 Número de días de diferentes etapas fenológicas

Cuadro 11. Número de días de diferentes etapas fenológicas, UNA, 2011-2013.

Tratamiento	Día de Trasplante	Días a floración	Floración/cosecha	Ciclo cultivo
15 t ha ⁻¹	18/12/2011	378	81	459
30 t ha ⁻¹	18/12/2011	363	87	449
45 t ha ⁻¹	18/12/2011	370	87	457

Los resultados obtenidos demuestran que los tratamientos donde se aplicó 30 t ha⁻¹ las plantas florecieron más rápido en relación a los demás tratamientos. Las variable días a floración y días a cosecha no mostraron diferencia estadística significativa; de tiempo para la variedad. Los días entre floración y cosecha de la variedad CEMSA ¾ son entre 90 – 110 días por lo tanto los tres tratamientos se comportan en los rangos establecidos por el cultivar (Cuadro 11).

V. CONCLUSIONES

- La variedad CEMSA ¾ en la fase vegetativa presentó diferencias estadísticas en las variables que determinan el crecimiento de la planta: el tratamiento a_2b_1 (30 t ha⁻¹ de vermicompost + enraizador Rooting) obtuvo mejores resultados en las variables altura de planta, diámetro del pseudotallo y número de hijos, no así en la variable área foliar donde el tratamiento a_1b_3 (15 t ha⁻¹ de vermicompost + enraizador Rooting + fórmula completo 20-20-20 + sulfato de magnesio) fue el que mostró mejor resultado.
- El tratamiento a_2b_1 presentaron el mayor peso de racimo, número de manos y número de dedos. En el diámetro del dedo central de la primera se destacó el tratamiento a_3b_3 (45 t ha⁻¹ de vermicompost + enraizador Rooting + fórmula completo 20-20-20 + sulfato de magnesio) y en la variable diámetro del dedo central de la penúltima mano el tratamiento a_1b_2 (15 t ha⁻¹ de vermicompost + enraizador Rooting + fórmula completo 20-20-20), en la longitud del dedo central de la primera no se encontró diferencias estadísticas significativas y en la longitud del dedo central de la penúltima mano el mejor tratamiento a_1b_3 (15 t ha⁻¹ de vermicompost + enraizador Rooting + fórmula completo 20-20-20 + sulfato de magnesio).
- El análisis económico demostró que el tratamiento a_2b_1 presentó mayor beneficio costo generando una ganancia de C\$ 1.17 por cada córdoba invertido. En los análisis de sensibilidad al disminuir 25 % del precio unitario de los dedos los tres tratamientos resultaron factibles; al disminuir un 50 % solamente el tratamiento a_2b_1 presentó factibilidad.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los productores utilizar la variedad CEMSA $\frac{3}{4}$ con aplicaciones de vermicompost utilizando dosis de 30 t ha^{-1} y realizar la aplicación en dos momentos, a los 90 y 180 días después de la siembra.
- Realizar aplicaciones con enraizador (Rooting) a plantas de la variedad CEMSA $\frac{3}{4}$ a razón de 2 litros ha^{-1} en dos momentos; a los 15 y 30 días después de la siembra.
- Luego de un año de estudio y análisis se considera que el tratamiento a_2b_1 (30 t ha^{-1} de vermicompost + enraizador Rooting) es la dosis que obtiene mejor beneficio-costo obteniendo C\$ 1.17 por cada córdoba invertido.

VII. LITERATURA CITADA

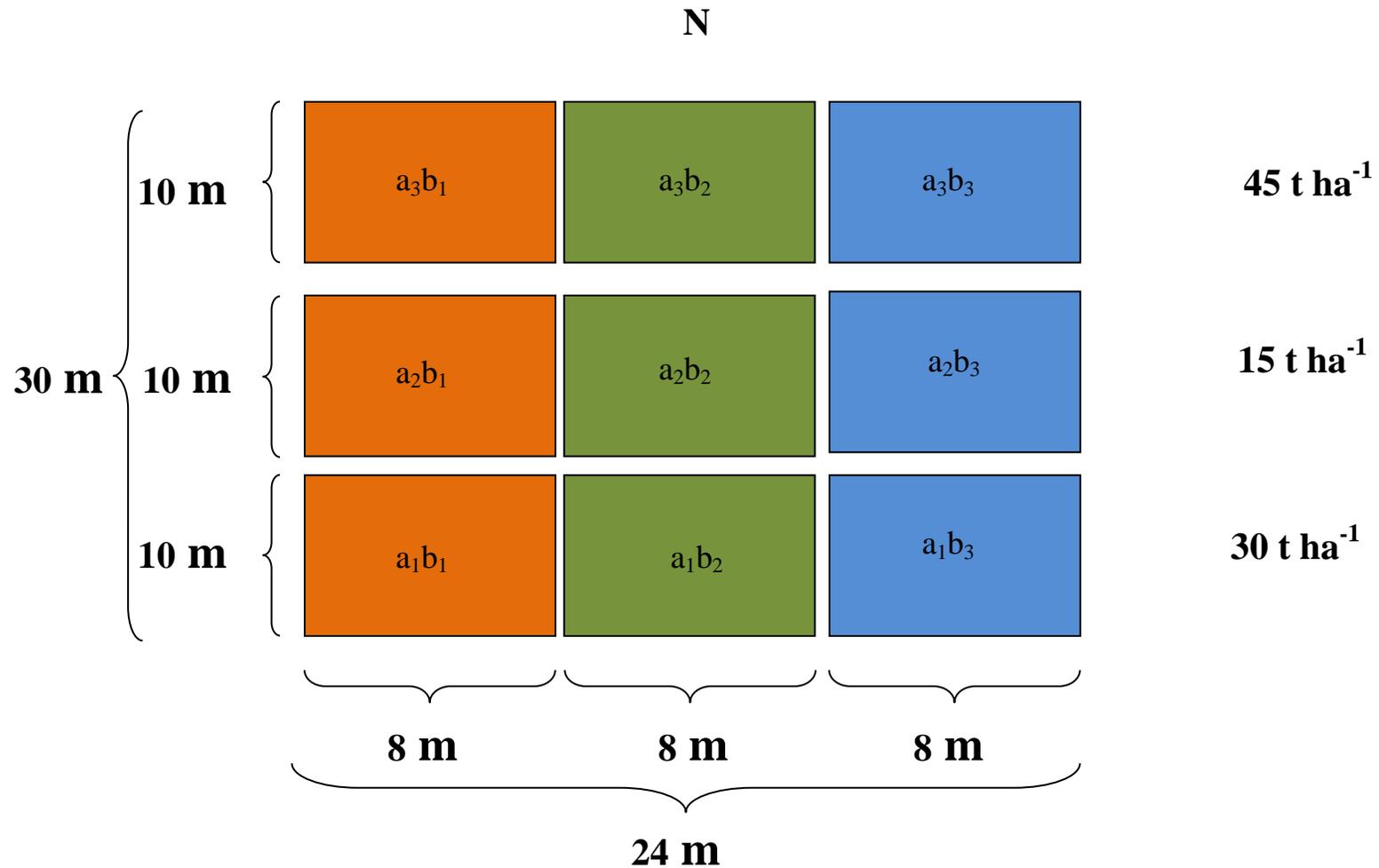
- Canet, R. 2002. Uso de materia orgánica en agricultura. (en línea). 39 p. Consultado el 22 mayo 2013. Disponible en: <http://www.ivia.es/rcanet/discardas/MOenagricultura.pdf>
- _____. 2007. Aplicación agrícola de materia orgánica; importancia y aspectos generales. 12 p.
- Cayón, G. 2001. Evolución de la fotosíntesis, transpiración y clorofila durante el desarrollo de la hoja del plátano. Revista internacional sobre banano y plátano. INFOMUSA. V-10 N-1. FR. P 12-14.
- Cayón, S. 1999. Efectos de la remoción de hojas sobre el racimo. Revista internacional sobre banano y plátano. INFOMUSA. V-8 N-2. París, FR; p 30-31-32.
- Champion, J. 1968. El plátano. Editorial Blume. Barcelona, ES. 247 p.
- _____. 1975. El plátano técnicas agrícolas y producción tropical. Edi Blume. Barcelona, ES. 247 p.
- _____. 1992. El plátano. Editorial Blume. Edi 2. Madrid, ES. 247 p.
- CIMMYT (Centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo). 1998. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: manual metodológico de evaluación económico. Distrito Federal, MX. p. 9-33.
- Corbella, R. Fernández, J. 2009. Materia orgánica del suelo (en línea). AR Consultado el 28 Ago 2013. Disponible en: <http://www.edafologia.com.ar/Descargas/Cartillas/Materia%20Organica%20del%20Suelo.pdf>
- Echeverry, E. 2001. Fertilización orgánica vs fertilización inorgánica de plátano cacholo común en Colombia. Revista internacional sobre banano et plátano. 10 (vol. 2): 7-10. Consultada 08 Set 2012. Disponible en: www.musalit.org/pdf/IN030601_es.pdf
- Espinoza, J. 1998. Fertilización del plátano en densidades altas. Guayaquil. p. 127-139.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2006. Datos agrícolas foastat (en línea). Consultado el 16 de jul2013. Disponible en: <http://Foastat.Fao.org/foastat/colletions?subset=agricultura&lenguaje>
- Fassbender, H. 1993. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. Edi 2. Ed serie de enseñanza. 530 p
- Galán, V. 1992. Los frutales tropicales en los trópicos: 11 plátanos (Banano). 1992. Mundi-prensa Madrid. ES. 137 p.

- García, M. 2006. Comportamiento agronómico con las prácticas de deshije y sin deshije en vitro plantas de plátano (*Musa spp.*) cultivar cuerno genotipo (AAB) y el estudio de correlaciones lineales entre caracteres para facilitar la selección temprana de plantas con buen rendimiento. Tesis Ing. Agro. Managua, NI. UNA.
- Gudiel, V. 1987. Manual agrícola superp. edi 6. Productos súper B. Guatemala. 393 p.
- Gutiérrez, J. 1996. Micro propagación in vitro del clon de banano (*Musa sp*) enano Ecuatoriano (AAA). Tesis Ing. Agro. Managua, NI. 61p.
- IICA (Instituto Interamericano De Cooperación Para La Agricultura, NI).2006. Plátano: guía práctica para la exportación a EEUU (en línea). Consultado el 31 Ago. 2012. Disponible en: www.vionica.info/biblioteca/IICA/2006platano.pdf.
- _____.2009. Plátano. Estudio de la cadena agroalimentaria (en línea). 72 p. consultado el 03 de mayo 2013. Disponible en: http://www.iica.int.ni/Cadenas_Actualizadas/Estudio_Cadena_Platano.pdf
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, NI). 2013. Dirección general de meteorología. Aeropuerto internacional. Managua.
- INIVIT (Instituto Del Investigaciones De Viandas Tropicales, CU).2003. Instructivo técnico del cultivo del plátano (en línea). Cuba.54 p. consultado el 18 de abr 20013. Disponible en: <http://www.inivit.villaclara.cu/publicaciones.htm>
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, NI). 1997. Guía tecnológica número 16, Musáceas. Edi IMPASA. 68 p.
- Jugenheimer, W. 1990. Variedades mejoradas métodos de cultivos y producción de semilla. Cuarta edición, editorial Limusa SA. DF, MX. 834 p.
- Kumar N., V. Krishnamoorthy, L. Nalina & K. Soorianathasundharam. 2002. Nuevo factor para estimar el área foliar total en banano. INFOMUSA. 11(2):42-43.
- Laprade, C; Ruiz, B. 2000. Comportamiento productivo de los híbridos FHIA-01 (AAAB) y FHIA-02 (AAAB) bajo fertilización orgánica e inorgánica (en línea). INFOMUSA vol-10, N-2. p 180-185. Consultado el 16 de jun 2013. Disponible en: http://www.epol.com.ar/newsmatic/imprimir.php?pub_id=99&sid=1174&aid=53862&eid=61&NombreSeccion=Notas%20de%20c%C3%A1tedra%20universitaria&Accion=Imprimir&NombrePublicacion=EquipoFederal%20delTrabajo
- Martínez, E; González, M. 2007. Instructivo técnico del cultivo del plátano. CU. P. 8
- MIDINRA (Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria) e IICA (Instituto Interamericano de Cooperación Para la Agricultura). 1938. El plátano. NI. 37 p.
- MINAG (Ministerio de Agricultura, CU). 1988. Catalogo descriptivo de variedades comerciales. Servicios de Inspección y Certificación de Semillas. p. 26-30.

- Molina, E; Martínez, E. 2004. Comportamiento agronómico y fenológico del cultivar plátano cuerno (Musa spp AAB) propagado a través de la técnica de producción acelerada de semilla en las localidades del departamento de Chinandega. Tesis Ing. Agro. Managua, NI. UNA.
- OIRSA (Organización Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, SV.) 2001. El cultivo del plátano. 45 p.
- _____. 2001. El cultivo del plátano. San Salvador. 41 p.
- Reyes, C. 1990. El plátano y su cultivo. ATG editorial, tercera edición. DF, MX. 460 p.
- Rodríguez, I. 1992. El plátano (Musa AAB, ABB) en américa latina. edi UPEB. Ciudad de panamá, PA. 141
- Rosales, F.; Tripón, S.; Cerna, J. 1999. En producción de banano orgánica y/o ambiente amigable, CR. Memoria. Guácimo. CR.
- Samson, J.A. 1991. Fruticultura tropical. Ed. Limusa. MX DF. 393p
- Sansano, A. 2008. Química del suelo: el potasio del suelo (en línea). AR. Consultado el 28 Ago 2013. Disponible en: <http://www.edafo.com.ar/Descargas/Cartillas/El%20Potasio%20del%20Suelo.pdf>
- Simmonds. 1966. Los plátanos. Ed. Blume. Barcelona, ES. 539p.
- _____. 1996. Los plátanos. Ed. Blume. Barcelona, ES. 539p.
- _____. 1997. Los plátanos técnicas agrícolas y producciones tropicales. 1997. 2 ed. Blume. Barcelona, ES. 247p.
- Soto, M. 1985. Bananos. Cultivo y comercialización. Litografía e imprenta LIL. SA. Costa Rica. 636
- Urbina, R. 1993. Guía tecnológica para la producción del maíz. Editorial DGTA-MAG. Managua, NI.36 p.
- Vidal, M; Garcia, E. 2000. Analysis of a *musa spp*. Somaclonal variant resistant to yellow sigatoka. Plant mmolecular biology reporter. 18:23-31 p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Plano de campo ubicado en la Parcela agroecológica de la Universidad Nacional Agraria, UNA, 2011-2013





Anexo 2. Riego por aspersión en época de verano.



Anexo 3. Aplicación de enraizador.



Anexo 4. Aplicación de vermicompost.



Anexo 5. Daño producido por *Mycosphaerella musicola* L.



Anexo 6. Deshoje para control de enfermedades. Anexo 7. Etapa de floración del cultivo del plátano.



Anexo 8. Medición de la longitud del dedo.

Anexo 9. Toma de datos de variables productivas.