



**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua**

**UNAN FAREM Matagalpa.**

**Monografía para optar al Título de Ingeniería Agronómica**

**Efecto de siete tratamientos con fertilización edáficos sintéticos y natural sobre crecimiento vegetativo en banano variedad Gros Michel (AAA) en asocio con café y árboles en Yasica Sur, Matagalpa. 2011-2012.**

**Autoras.**

**Br. Rosa María Duarte Treminio.**

**Br. Glenda Guadalupe Molinares Sobalvarro.**

**Tutor.**

**MSc. Francisco Javier Chavarría Aráuz.**

**Asesor.**

**MSc. Juan Duley Castellón.**

**Matagalpa, Nicaragua**

**JUNIO, 2012**



## DEDICATORIA

Al haber culminado mi carrera, dedico este trabajo a **Dios y a la virgencita** primeramente por darme el don de la vida, la sabiduría, entendimiento y fortaleza.

**A mis padres:** Víctor Manuel Molinares y Marlene Sobalvarro quienes me han apoyado toda mi vida para luchar por mis sueños.

**A mis hermanos:** Diana, José, María Gabriela y Verónica Molinares Sobalvarro quienes forman parte de mi vida.

**A mi abuelita (q.e.p.d):** Adela Aràuz por haberme acogido y darme su afecto.

**A mi tía** Maritza Sobalvarro, por darme su apoyo durante mis estudios.

**Al Centro de Promoción Social Las Hormiguitas:** por su apoyo económico, motivación y al equipo de educadoras del centro por sus consejos, muestras de cariño y apoyo incondicional.

**A mis amigos y amigas:** que siempre han estado conmigo tendiéndome la mano y dándome sus muestras de cariño

**A mis amigas y compañeras:** Leticia, Rosa María, Ana Carolina y Aracely, por su afecto, cariño.

**A mi amiga y compañera de tesis:** Rosa María Duarte por el tiempo que compartimos juntas en la realización de la investigación y durante toda la carrera.

**Al M.S.c** Francisco Javier Chavarría por su destacada colaboración en la realización de la investigación.

**Al M.S.c** Juan Duley Castellón, por brindarnos su apoyo y conocimientos.

**A todos los docentes:** que durante toda la carrera compartieron sus conocimientos.

***Br. Glenda Guadalupe Molinares Sobalvarro.***

## DEDICATORIA

**A mi buen padre Dios, virgen santísima:** Por el don de la vida, sabiduría y entendimiento para poder culminar uno de mis sueños.

**A mis padres:** Reyna Treminio Velázquez y Martín Duarte Orozco: Por su amor, apoyarme en el transcurso de mis estudios, consejos y enseñanza.

**A mi abuelito (q.e.p.d)** Francisco Duarte por sus palabras, cariño y ejemplo de vida.

**A mi tía Leydi:** Por su amor, paciencia, palabras de ánimo a seguir siempre adelante y por ser como mi segunda madre.

**A mis hermanas y hermano:** Por el cariño, apoyo en todo momento.

**A mis amigas:** María Leticia, Glenda, Aracely, Ana por su amistad, cariño y por ser mis cómplices al lograr esta meta.

**A mi amiga, compañera:** Glenda Guadalupe por ser mi amiga y compañera en la realización de esta investigación.

**Al MSc:** Francisco Chavarría por su tutoría, apoyo y conocimientos.

**Al MSc:** Juan Castellón por sus conocimientos, disponibilidad, tiempo, consejos y amistad.

*Br. Rosa María Duarte Treminio.*

## AGRADECIMIENTOS

Al concluir nuestros estudios Universitarios, le damos las gracias a **Dios** por habernos dado el don de la vida y a nuestra madre santísima por su intercesión ante el padre.

**Al M.S.c Francisco Javier Chavarría Aràuz** por aceptar ser tutor del trabajo monográfico y por su dedicación, tiempo y conocimientos brindados para realizar y culminar esta investigación.

**A GIZ** coordinado por **Bioversity International** y ejecutado por el Proyecto Musáceas de **La UNAN – León** por la oportunidad brindada a través del apoyo económico y la confianza para el desarrollo y culminación de esta investigación.

**Agradecemos al M.S.c Juan Duley Castellón**, coordinador por Nicaragua del proyecto Musáceas por su apoyo, conocimientos, asesoría, consejos y colaboración en el avance de la investigación.

**Al productor Marvin Ochoa y a su familia** por su disposición, tiempo, dedicación, por habernos permitido establecer en su terreno la parcela experimental y a **Israel Pérez**, por su colaboración en campo durante el desarrollo de la investigación.

**Al cuerpo docente del colectivo de agronomía:** M.S.c Virginia López Orozco, M.S.c Julio Laguna Gámez y M.S.c Evelyn Calvo Reyes, que durante estos cinco años transmitieron los conocimientos adquiridos.

**A todas las personas:** Que nos apoyaron desinteresadamente con equipos tecnológicos, toma de datos en campo y materiales de laboratorio de la FAREM Matagalpa..

*Br. Glenda Guadalupe Molinares Sobalvarro.*

*Br. Rosa María Duarte Treminio.*

## **OPINION DEL TUTOR**

Por este medio yo Francisco Javier Chavarría Aráuz, en mi calidad de tutor de la monografía “Efecto de siete tratamientos con fertilización edáficos sintéticos y natural sobre crecimiento vegetativo en banano variedad Gros Michel (AAA) en asocio con café y árboles en Yasica Sur, Matagalpa. 2011-2012” que llevaron a efecto las egresadas Glenda Guadalupe Molinares Sobalvarro y Rosa María Duarte Treminio. Avalo la entrega del documento final de tesis por considerar que el mismo cumple con los criterios de calidad establecidos en las normativas que la UNAN Managua para la modalidad de monografía.

Considero que las colegas han realizado un gran esfuerzo por llevar a feliz término su trabajo de investigación, habiendo demostrado mucha dedicación y empeño.

Los resultados de la investigación realizada por Molinares y Duarte constituyen un valioso aporte a la preservación de la biodiversidad faunística sin que ello signifique reducción en los rendimientos productivos, contribuyendo con ello al desarrollo sostenible.

Mis mejores deseos es que sigan cosechando éxitos en su carrera profesional que recién empieza.

Francisco Javier Chavarría Aráuz

Tutor

## RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en la finca Vida Nueva en la comunidad Las Delicias, Yasica Sur, Municipio de San Ramón, Matagalpa. Contando con la participación y apoyo Bioversity International a través de la UNAN León y el productor Marvín Ochoa. Las variables de estudio fueron Altura de las plantas (cm), Grosor de tallo (cm) y Número de hojas, Fauna del suelo, propiedades físicas y química presentes en la parcela. El objetivo del estudio “Evaluar el efecto que tienen siete tratamientos con fertilización edáfica sintética y natural sobre el crecimiento vegetativo en banano Gros Michel (AAA) en asocio con café y árboles”. El estudio se justifica por la importancia que tiene la combinación de café, musáceas y arboles en la preservación de la biodiversidad así como un incremento en los rendimientos productivos y la calidad de la producción. Es de tipo experimental con diseño BCA. El T1 consiste en aplicación de cuatro onzas de Urea; el T2 cuatro onzas de formula 0-0-60; el T3 tres kg de hoja verde de búcaro; T4 radica en cuatro onzas de Urea + Potasio (U+K), T5 Cuatro onzas de Urea + tres kg de hoja de búcaro (U+H), T6 Cuatro onzas de potasio + tres kg de hoja de búcaro (K+H) y el T7 con diez plantas como testigo absoluto sin la aplicación de fertilizante. Las principales conclusiones de este estudio son, Los diferentes tratamientos de fertilización edáfica influyen en altura y grosor del tallo y número de hojas en plantas de banano Gros Michel, ya que las plantas que fueron fertilizadas alcanzaron mayor altura, grosor de tallo y número de hojas en comparación con el testigo, los tratamientos con fertilización edáfica influye directamente en el número de hojas emitidas de las plantas en banano Gros Michel.

**Palabras claves:** Hojarasca de Búcaro, fertilización edáfica natural y sintética, Musáceas, Sistemas agroforestales.

## ÍNDICE GENERAL

Contenidos	Páginas
DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTOS.....	iii
OPINIÓN DEL TUTOR.....	iv
RESUMEN.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS .....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xii
SIGLAS .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. ANTECEDENTES .....	3
III. JUSTIFICACIÓN.....	5
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
V. OBJETIVOS .....	8
5.1 Objetivo General.....	8
5.2 Objetivos Específicos .....	8
VI. HIPÓTESIS .....	9
6.1 Hipótesis General.....	9
6.1 Hipótesis Específicas.....	9

VII. MARCO TEÓRICO.....	10
7.1 Sistemas Agroforestales.....	10
7.2 Descripción de sistemas agroforestales en Nicaragua.....	11
7.3 Asocio banano con café y árboles.....	12
7.4 El banano en Nicaragua.....	12
7.5 Importancia del cultivo de banano.....	13
7.6 Alternativas alimentarias.....	14
7.6.1 Calidad nutricional del banano.....	14
7.7 Taxonomía del cultivo.....	14
7.8 Botánica del cultivo.....	15
7.9 Requerimientos edafoclimáticos.....	17
7.9.1 Clima.....	17
7.9.2 Suelo.....	17
7.9.3Exigencias nutricionales.....	17
7.10 Enfermedades que afectan el cultivo de banano.....	18
7.10.1 Sigatoka negra <i>Mycosphaerella fijiensis</i> .....	18
7.10.2 Marchitez por <i>Fusarium Oxysporum f.sp.</i> <i>Cubense</i> .....	19
7.10.3 Moko causado por <i>Ralstonia Solanacearum</i> .....	19
7.11 Plagas que afectan al cultivo de banano.....	20



7.11.1 Picudo negro .....	20
7.11.2 Colápsis.....	21
7.11.3 Gusano peludo de la hoja del banano .....	21
7.11.4 Nematodos que afectan las raíces del banano.....	22
7.11.5 Nematodos de vida libre .....	22
7.12 Establecimiento del cultivo.....	23
7.12.1 Preparación del terreno .....	23
7.12.2 Siembra .....	24
7.12.3 Control de malas hierbas .....	24
7.12.4 Fertilización .....	25
7.13 Descripción de la variedad en estudio .....	26
7.13.1 Gros Michel (AAA).....	26
7.13.2 Prácticas de manejo que se realizan al cultivo.....	26
7.13.2.1 Deshije .....	26
7.13.2.2 Deshoje .....	27
7.14 Especies de árboles que se utilizan en cafetales .....	27
7.15 Incorporación de leguminosa al suelo como fertilizante natural .....	28
7.16 Producción .....	29
VIII. DISEÑO METODOLÓGICO .....	30

8.1 Ubicación geográfica y características del sitio de estudio .....	30
8.2 Tipo de estudio .....	30
8.3 Diseño experimental .....	30
8.4 Técnicas de investigación .....	31
8.5 Manejo agronómico del experimento .....	31
8.6 Descripción de dos fuentes de fertilización .....	32
8.6.1 Aplicación de hojarasca de búcaro .....	32
8.6.2 Aplicación de fertilizante edáfico sintético .....	32
8.7 Variables evaluadas .....	32
8.7.1 Altura de las plantas (cm) .....	32
8.7.2 Grosor del tallo de las plantas (cm) .....	33
8.7.3 Número de hojas emitidas .....	33
8.7.4 Fauna del suelo, propiedades físicas y químicas presentes en la parcela experimental .....	33
8.8 Análisis estadístico .....	35
8.9 Operacionalización de variables .....	36
IX. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS .....	38
9.1 Altura promedio de las plantas en los siete tratamientos del estudio .....	38
9.2 ANDEVA para la variable altura de las plantas en banano Gros Michel .....	39

9.3 Promedio del grosor de tallo de las plantas en los siete tratamientos del estudio.....	40
9.4 ANDEVA para la variable grosor de tallo en banano Gros Michel .....	41
9.5 Promedio del número de hojas emitidas por las plantas en los siete tratamientos del estudio .....	42
9.6 ANDEVA para la variable número de hojas emitidas en planta de banano.....	43
9.7 Altura de las plantas, grosor de tallo y número de hojas de los tratamientos Urea, Potasio, Hojarasca y Testigo .....	45
9.8 Altura de las plantas, grosor de tallo y número de hojas de los tratamientos Urea mas Potasio, Urea mas Hojarasca, Potasio mas Hojarasca y Testigo .....	46
9.9 Promedio de la altura de las plantas, grosor de tallo y número de hojas en los siete tratamientos evaluados del estudio .....	47
9.10 Determinar algunos indicadores de la calidad de suelo en la parcela experimental .....	48
X. CONCLUSIONES.....	50
XI. RECOMENDACIONES .....	51
XII. BIBLOGRAFIA.....	52
XIII.ANEXOS .....	59
1 Hoja de campo	
2 Fotografías ilustrativas en el proceso de investigación	

## INDICE DE CUADROS

Cuadros	Páginas
Cuadro 1. Sistemas Agroforestales y sus componentes .....	10
Cuadro 2. Clasificación taxonómica del cultivo de banano .....	14
Cuadro 3. Variables e indicadores .....	36
Cuadro 4. Resultados de ANDEVA para la variable altura de las plantas en los siete tratamientos .....	39
Cuadro 5. Resultados de ANDEVA para la variable grosor de tallo en los siete tratamientos .....	41
Cuadro 6. Resultados de ANDEVA para la variable número de hojas emitidas en los siete tratamientos .....	43
Cuadro 7. Separación de medias en cada tratamiento.....	44
Cuadro 8. Principales organismos existentes en la parcela experimental.....	48
Cuadro 9. Propiedades físicas y químicas de suelo en la parcela experimental .....	49

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráficos	Páginas
Gráfico 1. Altura promedio de las plantas en los siete tratamientos del Estudio .....	38
Gráfico 2. Promedio del grosor de tallo de las plantas en los siete tratamientos del estudio .....	40
Gráfico 3. Promedio de número de hojas emitidas por las plantas en los siete tratamientos del estudio .....	42
Gráfico 4. Altura de las plantas, grosor del tallo y número de hojas de los tratamientos Urea, Potasio, Hojarasca y Testigo .....	45
Gráfico 5. Altura de las plantas, grosor de tallo y número de hojas de las combinaciones de fertilizantes Urea más Potasio, Urea más Hojarasca, Potasio más Hojarasca y Testigo .....	46
Gráfico 6. Promedio de la altura de las plantas, grosor de tallo y número de hojas en los siete tratamientos evaluados .....	47

## **SIGLAS**

**APEN:** Asociación de Productores y Exportadores de Nicaragua.

**CATIE:** Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

**CENAGRO:** Centro Nacional Agropecuario.

**CIPAV:** Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria.

**FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

**FHIA:** Federación Hondureña de Investigación Agrícola.

**INEC:** Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos.

**IICA:** Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

**INFOAGRO:** Instituto de Fomento Agropecuario.

**MAGFOR:** Ministerio Agropecuario y Forestal.

## I. INTRODUCCION

Los bananos y plátanos son cultivos perennes que crecen con rapidez y pueden cosecharse durante todo el año. En el año 2000, se cultivó una superficie de alrededor de 9 millones de hectáreas. El promedio de la producción mundial en 1998-2000 fue de 92 millones de toneladas anuales y en 2001 se estimó en 99 millones de toneladas. Estas cifras son una aproximación, ya que la mayor parte de la producción mundial de banano, casi el 85 % procede de parcelas relativamente pequeñas y huertos familiares en donde no hay estadísticas. En muchos países en desarrollo, la mayoría de la producción de banano se destina al autoconsumo o se comercializa localmente, desempeñando así una función esencial en la seguridad alimentaria. América Latina lidera la economía mundial del banano no sólo por su proporción del comercio mundial, sino también por su mayor capacidad de respuesta ante las condiciones cambiantes del mercado en comparación con otras regiones (FAO, 1999). Este cultivo tiene mucha importancia por que produce durante todo el año, sobre todo destacar que está en manos de pequeños productores además de formar parte en la alimentación diaria y que se comercializa localmente en las propias parcelas de los productores y en ocasiones en los mercados regionales.

Las musáceas como cualquier otro cultivo necesitan de nutrientes para poder brindar rendimientos productivos óptimos, así mismo este cultivo en los cafetales se considera menos importante, ya que es utilizado para la producción de sombra, a pesar de generar ingresos adicionales a la familia productora, con mínimos insumos o costos adicionales, por lo que las prácticas de manejo son mínimas. En Nicaragua es importante la producción de banano asociadas con el cultivo del café y cacao se utiliza como sombra temporal pero también constituye una fuente alternativa de ingresos (Schibli, 2001). Las plantaciones de banano en asocio con café, cacao, cítricos, maní forrajero y árboles, se le conoce como un sistema agroforestal, entre las variedades de banano que se producen en asocio esta el Gros Michel (AAA) conocido como banano blanco o patriota, esta variedad se adapta a condiciones diversas tanto en nuestro país como en el resto de los países centroamericanos.

Además de esta variedad se pueden encontrar otras como Caribe Rojo, Caribe Blanco, Manzano, Plátano, Coquito y Cuadrado.

EL CENAGRO 2001 (Censo Nacional Agropecuario) indica que la producción de bananos en Nicaragua un 85 % está en manos de pequeños y medianos productores. Se estima que el consumo de musáceas es del 19.9 Kg por persona en Nicaragua, 33 % de productores de plátano reservan su producción de chagüite para el consumo, 62 % de la producción de chagüite es demandada por la población para la utilización en materia prima.

En Yasica Sur (Municipio de San Ramón, Departamento de Matagalpa), los pequeños y medianos productores acostumbran tener en sus parcelas de producción café, banano y árboles lo que permite ajustarse a lo que se conoce como producción agroforestal, lo cual está compuesto distintas especies de árboles de servicios como: Maderables, frutales y leguminosa, la producción de banano ocupa un lugar importante como fuente secundaria de ingreso y alimentación de la familia a través de su consumo y comercialización, a través de la venta de frutos y hojas.

Con este estudio se pretende tener idea de cómo responde el banano con diferentes tipos de fertilización natural y química bajo un sistema de asocio con café y árboles, donde se puedan aprovechar los recursos existentes en la finca y a la vez que sirva de referencia a otros productores, organismos e instituciones que quieran adoptar este tipo de tecnología.



## II. ANTECEDENTES

En América Latina y el Caribe, en los últimos años, se ha registrado una considerable reducción en la productividad de banano y plátano; también se ha presentado un deterioro físico, químico y biológico de los suelos, como consecuencia principalmente del uso intensivo de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades (Ravic, 2005). El cultivo de banano como cualquier otro cultivo se ve afectado por plagas y enfermedades que perjudican a la planta durante su crecimiento y desarrollo, para reducir estas afectaciones los productores utilizan agroquímicos que además de controlar causan deterioro de los suelos y la pérdida de la fauna benéfica de los mismos.

Durante los últimos años, las exportaciones de banano y plátano en Nicaragua han experimentado importantes fluctuaciones, sin importantes pérdidas a los productores, situación que al parecer refleja una tendencia de estabilidad de precios en el mercado local-nacional que representa una auténtica ventaja competitiva del sector a todos los niveles. Según los datos de IICA (2004), los índices de exportación de este rubro desde 1999 hasta el 2002, experimentaron un decrecimiento cercano al 35 %, logrando cierta estabilidad a finales del 2003. Sin embargo, esta situación sobre las tendencia de las exportaciones no expresaron un incremento, tal y como se esperaría como consecuencia del incremento de las áreas de siembra y la incursión de León y Chinandega al proceso productivo y exportador de este rubro. Esta situación, parece estar asociada a un crecimiento de la demanda local y una estabilidad de los precios del mercado nacional. El mercado del plátano de la zona de Matagalpa y Jinotega, se concentra en la zona de Matagalpa, principalmente comercializado en Sébaco en donde se tienen precios entre C\$ 1.0 a C\$ 1.20 por unidad.

Los sistemas agroforestales contribuyen a la captación del carbono por medio de la presencia de los árboles, en Talamanca, Costa Rica se realizó un estudio sobre captación de carbono en sistemas integrados por café como cultivo principal, bananos y árboles maderables, ayudando de esta forma a la conservación de ecosistema (Cerde, 2008).

Al establecer un sistema agroforestal se favorecen los recursos existentes en el sistema, hay sinergia entre los estratos favoreciendo a la vez la fertilidad de los suelos.

En zonas cafetaleras de Honduras y Nicaragua, estudios han demostrado que más del 70% de los productores plantan musa en el substrato con café en sombra y con árboles maderables. Para el 20% de los productores que asocian los tres cultivos la venta de bananos es una fuente importante de ingresos (Schibli, 2001). La mayoría de los productores cafetaleros en zonas de Honduras y Nicaragua hacen en sus parcelas productivas la combinación de café con musa y árboles maderables obteniendo así los beneficios sombra para el cultivo de café e ingresos mediante la comercialización de bananos.

Suárez, *et al* 2004, realizaron estudio en Matagalpa, Nicaragua en la estimación de biomasa total en árboles de sombra y plantas de café en sistemas agroforestales, usando modelos alométricos. Seleccionaron aleatoriamente 37 fincas cafetaleras para identificar las especies de sombra más abundantes. En fincas pequeñas (<14ha) el estrato sombra se caracteriza por gran variedad de especies, siendo las más diversas entre ellas: *Musa spp*, *Persea americana* (Aguacate) *Citrus spp* (Cítricos), *Mangifera indica* (Mango), maderables como *Cordia alliodora* (Laurel), *Albizia spp* (Gavilán) y especies de servicio como *Inga tonduzzi* (Guaba roja), *Inga punctata* (Guaba negra), *Erythrina spp* (Búcaro). En fincas grandes (>35ha) predominan especies del género *Inga spp*, en el estrato sombra en asocio con *Musa spp* y árboles de regeneración natural, aunque la variabilidad de estos es menor.

En el Cuá, Bocay-Nicaragua, Departamento de Jinotega, graduados Averruz y Pastora, (2011) realizaron estudio sobre la extracción de nutrientes en sistema de producción con café y banano en sistemas agroforestales, concluyendo que, el manejo del sistema productivo café con bananos influye en la producción de bananos, obteniendo frutos de mayor diámetro, tamaño y a la vez la producción de café influenciados por la cantidad de nutrientes aportados de forma edáfico y foliar.

### III. JUSTIFICACION

La intensificación de sistemas de cultivo, produce pérdida de biodiversidad y minimización de servicios ambientales, los cafetales y musa con sombra ofrecen una esperanza para la conservación de la biodiversidad (Suatence, *et al* 2004). La presencia de distintas especies de árboles asociadas a las Musáceas, cada una con diferentes hábitos de crecimiento (árboles, arbustos, leñosas), de diferentes edades tamaños y comportamiento; hacen de los sistemas agroforestales banano - café uno de los uso de la tierra con mayor bondad ecológica. Se protegen los suelos reducen erosión al mantener cubierto permanente el suelo con la copa de los árboles plantas de banano y café y por la gruesa capa de hojarasca que cubre el suelo.

El conocimiento de la fauna es muy importante para comprender el funcionamiento de los sistemas agroforestales. Los invertebrados tienen funciones muy importantes tales como el ciclaje de nutrientes, descomposición de organismos, mejora la aireación de los suelos, servir de fuente de alimento a otras especies y controlar a otras poblaciones (Dorado, 2009). En un sistema agroforestal la acción de los microorganismos desempeña funciones muy importantes como controladores biológicos por eso es esencial conocer su funcionamiento ya que hay benéficos y perjudiciales.

Las musáceas han sido calificadas como uno de los alimentos básicos en muchos países del trópico. En Centroamérica se califica junto con el derivado del maíz (tortillas) como bastimento, así mismo el falso tallo puede servir de alimento para el ganado y la industria papelera y las hojas, en múltiples usos caseros (IICA, 1989). En Nicaragua, uno de los cultivos asociados con el cultivo de café son las musáceas a esto se le conocen como un sistema agroforestal y consiste en el aprovechamiento de varios cultivos a la vez. Los productores que tienen en sus parcelas este tipo de sistema solo se interesan por la producción de café y el banano lo consideran como un cultivo de menos importancia para su economía. Implementando prácticas de manejo en el cultivo de bananos, se pueden obtener plantas vigorosas y por ende un mejor fruto lo cual facilita la comercialización del banano por su calidad.

El banano Gros Michel (AAA) es una variedad establecida en Yasica Sur, San Ramón. Esta variedad presentan una buena adaptabilidad ya que dicha zona presenta las condiciones climáticas y edáficas que necesita, también es común que se siembre en asocio con café, árboles y otras variedades como: Caribe Rojo, Caribe Blanco, Manzano, Plátano, Coquito y Cuadrado, en sistemas agroforestales se aprovecha la producción de café-bananos y con la incorporación de hojarasca de parte de leguminosas que se pueden establecer como el búcaro (*Erythrina ssp*) y Guaba (*Inga ssp*).

Esta investigación brindará información útil a pequeños y medianos productores acerca del efecto que tienen las diferentes fuentes de fertilización edáfica y natural en la mejora del crecimiento vegetativo, rendimiento en banano Gros Michel (AAA) producido en un sistema de asocio con café y árboles.

## **IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Constantemente se discute sobre pérdida de fertilización suelos, cambio climático, pérdida de biodiversidad, medio ambiente, disminución de la producción, calidad y comercialización, aunque se conocen algunas causas y sus efectos, así como formas de mitigación. Por ello la presente investigación evaluó siete tratamientos con dos fuentes de fertilización sintética y edáfica natural mediante hojarasca de búcaro (*Erythrina sp*) sobre crecimiento vegetativo de banano en asocio con café en sistemas agroforestales y a la vez conocer el potencial que tienen para proveer servicios ambientales, al obtener estos resultados se dio a conocer el crecimiento vegetativo de las plantas (altura de la planta, grosor del tallo, número de hojas,) como variables para determinar un buen desarrollo, crecimiento, producción, calidad y comercialización, esto se puede lograr mediante prácticas de manejo al cultivo y registros.

### **4.1 Pregunta General**

¿Cuál es el efecto que tienen siete tratamientos con fertilización edáfica sintética y natural sobre el crecimiento vegetativo en banano Gros Michel en asocio con café y árboles en Yasica Sur, Matagalpa?

### **4.2 Preguntas específicas**

¿Cuál es el efecto que tiene la aplicación de fertilizante edáfico sintético y natural sobre la altura de las planta en banano Gros Michel.

¿Cuál es el efecto que tiene la aplicación de fertilizante edáfico sintético y natural en el grosor de tallo de las plantas en banano Gros Michel.

¿Qué efecto tendrá la aplicación de fertilizante edáfico sintético y natural sobre el número de hojas emitidas de las plantas en banano Gros Michel.

¿Cuáles son los principales indicadores de la calidad del suelo en la parcela experimental?

## **V. OBJETIVOS**

### **5.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto que tienen siete tratamientos con fertilización edáfica sintética y natural sobre el crecimiento vegetativo en banano Gros Michel (AAA) en asocio con café y árboles en Yasica Sur, Municipio de San Ramón, Departamento de Matagalpa 2011-2012.

### **5.2. Objetivos Específicos**

Determinar el efecto que tiene la aplicación de fertilizante edáfico sintético y natural sobre la altura de las planta en banano Gros Michel.

Evaluar el efecto que tiene la aplicación de fertilizante edáfico sintético y natural en el grosor de tallo de las plantas en banano Gros Michel.

Determinar el efecto que tiene la aplicación de fertilizante edáfico sintético y natural sobre el número de hojas emitidas de las plantas en banano Gros Michel.

Identificar principales indicadores de la calidad del suelo en la parcela experimental.

## **VI. HIPÓTESIS**

### **6.1 Hipótesis General**

Ha. Los siete tratamientos con fertilización, edáfica sintética y natural tienen efectos sobre el crecimiento vegetativo en la variedad de banano Gros Michel.

Ho. Los siete tratamientos con fertilización, edáfica sintética y natural no tienen efecto sobre el crecimiento vegetativo en la variedad de banano Gros Michel.

### **6.2 Hipótesis Específicas**

Ha Los diferentes tratamientos de fertilización edáfica tienen efecto sobre la altura de las plantas de banano variedad Gros Michel.

Ho Los diferentes tratamientos de fertilización edáfica no tienen efecto sobre la altura de las plantas de banano variedad Gros Michel.

Ha Los diferentes tratamientos de fertilización edáfica tienen efecto sobre el grosor del tallo de banano variedad Gros Michel.

Ho Los diferentes tratamientos de fertilización edáfica no influyen en el grosor de tallo del banano variedad Gros Michel.

Ha Los diferentes tratamientos de fertilización edáfica tienen diferencias estadísticas significativas sobre el número de hojas de las plantas de banano variedad Gros Michel.

Ho Los diferentes tratamientos de fertilización edáfica no tienen diferencias estadísticas significativas sobre el número de hojas de las plantas de banano variedad Gros Michel.

Ha Entre los indicadores de la calidad del suelo están pH, textura, estructura, color de suelo, fauna de suelo y capacidad de retención.

Ho En los indicadores de la calidad de suelo no se encuentran pH, textura, estructura, color de suelo, fauna de suelo, capacidad de retención.

## VII. MARCO TEORICO

### 7.1 Sistemas Agroforestales

En Chinchipe Perú una manera de utilizar sistemas agroforestales es para la conservación de cuencas hidrográficas, restauración de hábitat agrícola degradado. Los principales sistemas que se encuentran asocio café, arboles cacao (Rosales *et al*, 2006). Este proceso lleva la recuperación de áreas boscosas con doseles diversos de los cuales se pueden obtener beneficios económicos.

Casi todos los sistemas agrícolas tradicionales, los cuales incluyen los sistemas ganaderos, tienen árboles intercalados con cultivos o manejados en una forma zonal alternando árboles y cultivos y/o pastos es decir, son sistemas agroforestales, aún con la modernización de la agricultura de la región, los paisajes agrícolas todavía contienen un alto número de árboles, estos árboles cumplen con muchos propósitos como producción (madera, leña, forraje, frutas, medicinas, etc.) además de servicios (sombra para cultivos y/o animales, protección como en el caso de cortinas rompe vientos, etc.), además, los árboles aumentan la diversidad biológica del agro ecosistema creando en sus ramas, en sus raíces y en la hojarasca, hogares para otros organismos (Beer *et al.*, 2004). En los sistemas agroforestales que se establecen en México, se da la interacción de cultivos, plantas y animales.

**Cuadro 1.** Sistemas Agroforestales y componentes en función que lo integran



**Clasificación de sistemas agroforestales en función de los componentes que los conforman.**

Fuente: Nair, 1985.



## **7.2 Descripción de sistemas agroforestales en Nicaragua**

La Agroforestería se define como un sistema sostenible de manejo de tierras que aumenta la producción total combinando simultáneamente o secuencialmente cultivos agrícolas, cultivos de árboles, plantas forestales y/o animales aplicando prácticas de manejo que sean compatibles con los patrones culturales de la población local (Bene, 1977 citado por Petit 2007). La agroforestería es un sistema sostenible donde se manejan los recursos tierra, cultivos, plantas forestales, animales y se consideran los patrones culturales de la localidad teniendo en cuenta las prácticas de manejo para su aprovechamiento y uso.

Agroforestería se refiere a sistemas y tecnologías de uso de suelo en los cuales las especies leñosas perennes como: árboles, arbustos, palmas, se utilizan deliberadamente en el mismo sistema de manejo con cultivos agrícolas y/o producción animal, en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal (Sotomayor, *et al.* 2008). Es un sistema que se ha implementado con el objetivo de aprovechar los distintos componentes que lo integran desde la inclusión de cultivos árboles y animales. En Nicaragua los sistemas agroforestales se describen con dos propósitos dirigido a la ganadería y cultivos agrícolas, en cultivos agrícolas encontramos árboles, cultivos como cacao, musáceas y café que representa la producción principal de este tipo de sistema.

Nair (1985), señala que agroforestería es el nombre colectivo que se da a sistemas de uso de la tierra en los que leñosas y perennes (árboles, arbustos, etc.) crecen en asociación con plantas herbáceas (cultivos y pastos) y/o animales en un arreglo espacial, en rotación o ambos y en los cuales hay interacciones tanto ecológicas como económicas entre el componente arbóreo y no arbóreo.

Los sistemas agroforestales contribuyen a la captación de carbono por medio de la fotosíntesis ya que absorben el CO<sub>2</sub> de la atmósfera y lo fijan como carbono en su biomasa (madera, ramas y raíces). La permanencia de este carbono en la biomasa vegetal depende del ciclo de vida de las plantas.

Igualmente los mejoradores trabajan en multiplicar variedades que presenten rendimiento a plagas y enfermedades, sin embargo, pequeños productores en todo el trópico y sub trópico producen diferentes tipos de bananos y plátanos para autoconsumo y el mercado haciendo poco uso de mano de obra e insumos en sistemas mixtos. Muchos de estos sistemas de producción donde se siembra Musa también incorporan otros cultivos perennes como café, cacao con o por debajo de árboles (Rice and Word, 1996). Los productores de café centroamericanos, utilizan árboles que sirvan como sombra al cultivo.

### **7.3 Asocio banano con café y árboles**

Al intercalar banano con café, simultáneamente se brindan beneficios ya que las musáceas le proporcionan sombra al cultivo, hay un equilibrio ecológico en el ecosistema ya que se mantiene la micro fauna en los suelos y el nicho ecológico de especies existentes. En las zonas de Matagalpa y Jinotega, principalmente en las fincas cafetaleras se observa la interacción con musáceas y árboles forestales de distintas especies, que contribuye a la formación de un sistema multiestrato, entre estos tenemos: guaba, búcaro, cítricos, madero negro, eucalipto (Esquivel, 2010). La utilización de los sistemas multiestratos es rentable para el productor ya que puede vender la producción de banano cuando no tiene otra fuente de ingresos. La existencia de los árboles en este sistema favorece el ciclaje de nutrientes en los suelos ya que las las hojas actúan como fertilizante natural y se espera una mejor producción cuando están disponibles los fertilizantes en el momento que la planta los requiere.

### **7.4 El banano en Nicaragua**

En Nicaragua se siembran cerca de 25,600 hectáreas de musáceas (Plátano-Banano) aproximadamente situándose en el 78 % en el departamento de Rivas, 10 % en Granada, 9 % en Masaya y el 3 % en León y Chinandega. El cultivo tiene gran importancia ya que forma parte en la dieta alimenticia de los hogares nicaragüenses, por ser fuente de empleos, generador de divisas, por lo que se considera rubro rentable desde el ámbito económico y social. Además de ser un cultivo que se produce en 85 % por pequeños y medianos

productores (CENAGRO - INEC 2001). En lo que se refiere a la producción de plátano, el departamento de Matagalpa representa en 2 % de la producción nacional. La producción de banano en el país se concentra en los departamentos de Rivas, Granada, Masaya, León y Chinandega, pero además se cultiva en parcelas y fincas cafetaleras de Matagalpa y Jinotega, en Nicaragua hay varios tipos de bananos que varían en colores, formas y tamaños.

Las diferentes variedades de bananos producidos en Nicaragua incluyen al banano amarillo Gros Michel (AAA) y diversidades peculiares como Caribe Rojo (Banano Caribe) que tienen un color amarillo o rojo. También puede encontrarse (ABB) "guineos cuadrados", que comparten ciertos genes con los bananos y de una constitución que los hace mayormente utilizados luego de alguna preparación en la cocina. Otro aspecto interesante de esta planta es que generalmente se corta luego de su primera producción y se sustituye por nuevas plantitas que crecen a su alrededor, desde la base de su tronco, estas plantas producen a los doce meses después de su siembra (Vargas, 2011). En Nicaragua, existen diversas variedades de bananos que se adaptan a las condiciones edáficas y climáticas, lo que favorece a la economía del productor al momento de comercializarlo.

### **7.5 Importancia del cultivo de banano**

El banano es considerado como uno de los cultivos más importantes en el mundo, ocupando el cuarto lugar en importancia después de otros cultivos como: arroz (*oryza sativa*), trigo (*Triticum aestivum*) y maíz (*zea mayz*). Las exportaciones de plátano en Nicaragua para el año 2008 alcanzaron los 3.5 millones de dólares centrándose 80% de estas en la zona de Rivas (APEN, 2008). Para el año 2009 se alcanzó una producción de bananos de 1,327.9 miles de cajas de 42 libras, lo que representa una venta del 61.9 %. Las musáceas son uno de los cultivos que generan ingresos al país por medio de las exportaciones, comercio local, regional y nacional, la mayor producción se concentra en el pacífico.

Las musáceas son fuentes principales de carbohidratos en la dieta de los nicaragüenses, se pueden elaborar distintos platillos con la fruta, bebidas, postres, mermeladas, entre otros productos, además de brindar muchos beneficios como alternativas para la alimentación de animales (cerdos), el tallo se puede aprovechar para la producción de lombrihumus.

## 7.6 Alternativas alimentarias

### 7.6.1 Calidad nutricional del banano

Tiene un elevado valor energético de 1.1 - 2.7 Kcal. /100 g, siendo una importante fuente de vitaminas B y C, tanto como el tomate o la naranja. Numerosas son las sales minerales que contiene, entre ellas las de hierro (Fe), fósforo (P), potasio (K) y calcio (Ca) .Aporta unas 90 calorías por 100 gramos, es rico en azúcares y apenas contiene proteínas y grasas. Muy rico en potasio y magnesio, vitaminas del grupo B sobre todo, ácido fólico y C, buena fibra y algo de vitamina E. La presencia de las tres vitaminas antioxidantes (A, C y E) hace que figure como ‘fruta-salud’, un poco diurética y suavemente laxante, energética (INFOAGRO, 2011). Por todos esos motivos, constituye una fuente de energía natural y gustosa, excelente para niños y deportistas, porque sus carbohidratos ricos en almidón se digieren muy bien cuando está maduro. El banano se destaca como una fruta curativa dentro del proceso estabilizador de numerosos trastornos de la salud entre estas: combate la fatiga y el cansancio, la hipertensión y trastornos digestivos e intestinales como diarreas. Por la calidad nutricional del banano es fundamental incorporarlo a la dieta alimenticia, además, que es una fruta que se puede encontrar en la mayoría de los hogares nicaragüenses.

### 7.7 Taxonomía del cultivo

**Cuadro 2.** Clasificación taxonómica del cultivo de bananos

Reino	División	Clase	Subclase	Orden	Familia
Plantae	Angiospermae	Monocotyledoneae	Commelinidae	Zingiberales	Musáceas

Fuente: Anderson, 1998.

## 7.8 Botánica del cultivo

El banano es una planta herbácea perenne gigante, con rizoma corto y tallo aparente, que resulta de la unión de las vainas foliares, cónico y de 3.5-7.5 metros de altura, terminado en una corona de hojas.

**Rizoma o bulbo:** Tallo subterráneo con numerosos puntos de crecimiento (meristemo) que dan origen a pseudotallos, raíces y yemas vegetativas (González, 2008). El banano se reproduce por medio de rizomas, que es el que da origen a nuevas plantas, este se encuentra en la parte inferior del pseudotallo.

**Sistema radicular:** Posee raíces superficiales que se distribuyen en una capa de 30-40 centímetros concentrándose la mayor parte de ellas en los 15-20 centímetros. Las raíces son de color blanco, tiernas cuando emergen y amarillentas y duras posteriormente. Su diámetro oscila entre 5 y 8 milímetros y su longitud puede alcanzar los 2.5-3 metros en crecimiento lateral y hasta 1.5 metros en profundidad. El poder de penetración de las raíces es débil, por lo que la distribución radicular está relacionada con la textura y estructura del suelo (González, 2008). Las raíces representan un órgano principal de la planta ya que por medio de los pelos radicales absorben agua, nutrientes y respiran.

**Tallo:** El verdadero tallo es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas, las cuales se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado. A medida que cada chupón del rizoma alcanza la madurez, su yema terminal se convierte en una inflorescencia al ser empujada hacia arriba desde el interior del suelo por el alargamiento del tallo, hasta que emerge arriba del pseudotallo (González, 2008). El tallo funciona como un medio de transporte ya que por medio de él transita la savia bruta y elaborada, sirve de sostén a la planta, puede alcanzar hasta 60 centímetros de diámetro.

González y Roque (1993), citados por Molina y Martínez (2004) señalan que el tallo es una parte muy importante que puede ser afectada por altas densidades de siembra, competencia por luz y agua con frecuencia elongación del tallo, favoreciendo al acame producto del viento. El cultivo de banano se debe establecer con distancias de siembra bien definidas

para permitirle a las plantas un mejor desarrollo y que estas tengan el espacio suficiente para que no compitan por espacio, luz y nutrientes.

**Hojas:** Las hojas se originan del punto central de crecimiento o meristemo terminal, situado en la parte superior del bulbo, luego se forma precozmente el pecíolo y la nervadura central terminada en filamento, lo que será la vaina posteriormente. La lámina foliar es dorsiventral y glabra. Externamente, el limbo se observa como una lámina delgada, muy verde en su cara superior y más o menos glauca en la inferior, está surcada por una nervadura estriada formada por las venas mayores que resaltan en la cara. La producción de las hojas cesa cuando emerge la inflorescencia (Soto, 2002). Una planta de banano llega a producir 39 hojas durante todo su ciclo de vida, las hojas son el área principal de las plantas, ya que por medio de ellas se da el proceso fotosintético. (INTA, 1997) reporta que el número de hojas que una planta puede emitir es de alrededor de 38 a 39 hojas durante todo su ciclo, sin embargo, es más importante destacar que la planta culmina la emisión de hojas en las dos grandes fases de desarrollo. La primera mitad aproximadamente 19 hojas en la fase de desarrollo vegetativo y la segunda en la fase reproducción las otras 19 hojas. La adecuada evolución de la tercera gran fase de desarrollo de esta planta conocida como fase productiva dependerá en gran medida del número de hojas con que llegue al momento de la floración.

Según Cayón (2001), el incremento en desarrollo y producción de un cultivo depende fundamentalmente del desarrollo progresivo de su área foliar, lo que permite utilizar más eficientemente la energía solar en el proceso fotosintético. Las hojas son las que le permiten a la planta realizar el proceso fotosintético, es por eso que son parte fundamental en su crecimiento y calidad en la producción.

**Flores.** Cada grupo de flores reunidas en cada bráctea forma una reunión de frutos llamada "mano", que contiene de 3 a 20 frutos. Un régimen no puede llevar más de 4 manos, excepto en las variedades muy fructíferas, que pueden contar con 12-14 manos (González,

2008). Las flores se encuentran en la chira que esta se abre para dar origen a un grupo de flores que posteriormente se forman las manos.

**Fruto:** Baya oblonga, durante el desarrollo del fruto éstos se doblan geotrópicamente, según el peso de este, determinando esta reacción la forma del racimo, siendo el color de los frutos verde amarillo (INFOAGRO, 2006). Los frutos son la parte primordial en la planta en cuanto a alimento, comercialización son atractivos por su sabor y color.

## **7.9 Requerimientos edafoclimáticos**

### **7.9.1 Clima**

El banano demanda clima cálido y una constante humedad en el aire, necesita una temperatura media de 26 a 27 °C, con lluvias prolongadas y regularmente distribuidas. Estas condiciones se cumplen en la altitud 30 a 31° norte o sur, son preferibles las llanuras húmedas próximas al mar, resguardadas de los vientos regables. El crecimiento se detiene a temperaturas inferiores a 18 °C, produciéndose daños a temperaturas menores de 13 °C y mayores de 45 °C (González, 2008). Para establecer este cultivo en una zona, se deben tener en cuenta las condiciones del clima para obtener buenos resultados en la producción.

### **7.9.2 Suelo**

Los suelos aptos para el desarrollo del cultivo del banano son aquellas que presentan una textura Franco arenosas, franco arcillosa, franco arcillo limosa y franco limosa, debiendo ser además, fértiles, permeables, profundos (1.2-1.5 m), bien drenados y ricos especialmente en materia nitrogenada (González, 2008). Estos suelos deben ser profundos ya que sus raíces pueden alcanzar más de un metro de largo, deben tener buen contenido de materia orgánica.

### **7.9.3 Exigencias nutricionales**

En el caso del banano, necesita 1.10 % de nitrógeno (N) para la producción de cáscara, 0.84 % para producir el fruto y 2.41 % para la producción de hojas. En cuanto a potasio (K), 5.30 % para la producción de cáscara, 1.47 % para el fruto y 4.35 % para las hojas (CATIE, 2010). El banano es un cultivo que demanda mayor cantidad de potasio en los suelos ya que es lo que más extrae la planta en cuanto a fructificación y hojas

### **7.10 Enfermedades que afectan el cultivo de banano**

#### **7.10.1 Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*)**

La *Sigatoka negra* es considerada como uno de los principales factores limitantes en la producción de banano comercial a nivel mundial, reportando pérdidas que alcanzan hasta un 50 % de la producción comercial debido a la destrucción del área foliar (Gauhl, 1994; Gold & Gemmill, 1991). Entre los síntomas se pueden mencionar puntos de color café rojizo en el envés de la hoja que avanza progresivamente, reducción del área foliar funcional de la planta, lo cual afecta el crecimiento de la planta, el proceso fotosintético y la presencia de un buen número de hojas funcionales al momento de la cosecha. Esto último produce efectos significativos en la producción con racimos pequeños y maduración precoz del racimo.

En manejo, lo más usado es el control químico, mediante aplicaciones aéreas de fungicidas y el uso de variedades resistentes. Sin embargo, se ha demostrado que desbalances en los contenidos de nitrógeno/potasio, favorecen el desarrollo de la enfermedad, por lo que el mantener un buen estado nutricional de la planta, ayuda a evitar el desarrollo de la enfermedad (Romero, 1998). Para el control de la enfermedad, lo que más se utiliza es la aplicación de fungicidas, tomando en cuenta que la ausencia de nitrógeno y potasio, ayudan al desarrollo de la enfermedad, por lo tanto se debe proporcionar a la planta la cantidad de nutrientes que esta necesite.



### **7.10.2 Marchitez** (*Fusarium Oxysporum f. sp. Cubense*)

El mal de Panamá es una de las enfermedades de musáceas de mayor importancia a través del tiempo y se muestra en mayor cantidad después de la parición de la planta. Existen reportadas 4 razas que afectan la relación patógeno-hospedero. Originalmente, las plantaciones bananeras fueron plantadas con la variedad Gros Michel, que es altamente susceptible al Mal de Panamá. Los síntomas externos muestran coloración amarilla en los pecíolos de las hojas mas viejas, posteriormente las hojas se amarillean y marchitan hasta secarse, este síntoma es progresivo, llegando a las hojas jóvenes. El cormo puede sobrevivir algún tiempo y los hijos rara vez se infectan cuando están jóvenes. Los síntomas internos se observan al hacer un corte en la base del tallo donde se presenta una coloración oscura cerca del centro del tallo, causada por la invasión del hongo en los tejidos del tallo, lo que obstruye los conductos provocando la muerte de la planta. El manejo se realiza evitando el uso de semillas contaminadas, movimiento de suelo proveniente de fincas contaminadas y desinfectando herramientas antes y después de usarlas. Por otra parte el uso de vitro-plantas puede garantizar un material de siembra libre del patógeno. Actualmente, el uso de variantes somaclonales con resistencia a *Fusarium* es quizás, el método más efectivo para controlar al patógeno (Hwang & Ko, 2004). Esta enfermedad ataca muy fuerte al cultivar Gros Michel (AAA), haciendo devastaciones en los plantíos, en Monterrey–Jinotega hay presencia de esta enfermedad y se puede observar su rápida difusión en las plantas.

### **7.10.3 Moko causado** (*Ralstonia solanacearum*)

Es una enfermedad que causa pérdidas económicas si no se logra controlar a tiempo, ya que esta se disemina con mayor rapidez que el Mal de Panamá. Los productores poca importancia le dan al problema, por lo que en poco tiempo puede alcanzar niveles de devastación importantes, especialmente en plátano. Los síntomas son similares al Mal de Panamá por lo que pudieran confundirse. Para el manejo se recomienda cuarentenas locales, regionales y/o nacionales para proteger las áreas que aun no han sido infectadas, uso de vitro-plantas para garantizar un material de siembra libre del patógeno, prácticas culturales como desinfección de las herramientas de trabajo, muerte de las plantas que

muestren síntomas mediante el uso de Glifosatos, esto se debe realizar con la planta en pie para matar los tejidos y provocar la muerte del patógeno y evitar su diseminación con uso de materiales resistentes a la bacteria como el FHIA-20, FHIA21 y FHIA 03, pueden ser medidas como alternativas para contrarrestar la enfermedad (Soguilón *et al.* 1998, Merchán, 2003). Esta es otra de las enfermedades que afectan al cultivo de banano y es importante tomar en cuenta cada uno de los controles para reducir la infestación en las plantaciones.

## **7.11 Plagas que afectan al cultivo de banano**

### **7.11.1 Picudo negro (*Cosmopolites sordidus*)**

Es una de las plagas de mayor importancia en los cultivos de plátano y banano, que miden 1.5 a 2.0 cm de largo, la cabeza presenta un pico largo y encorvado, posee dos antenas grandes, el color varía de café oscuro, cuando están recién nacidos a negro cuando están desarrollados. La plaga puede atacar en cualquier estado de desarrollo de la planta, las larvas se alimentan y desarrollan dentro de la cepa (rizoma o vulvo), formando galerías o túneles, los síntomas se manifiestan con amarillamiento de las hojas, debilidad, poco desarrollo de la planta y formación de racimos defectuosos (Carmona, 2008). El picudo negro afecta la planta de banano durante todo su ciclo de vida, al hacer túneles en la cepa y afecta las haces vasculares de la planta. Las prácticas de manejo que pueden considerarse para bajar las poblaciones de picudo negro son: eliminar residuos de cosecha y cormos, ya que su descomposición atrae a los adultos, cortar los pseudotallos de las plantas cosechadas en pequeños trozos y esparcirlos en la plantación, para lograr su deshidratación, mantener la plantación libre de malezas, con fertilización adecuada y monitorear plantas afectadas para su destrucción, utilizar semillas provenientes de plantaciones sanas, construir trampas con residuos cepas y pseudotallos para la captura de adultos, usar control microbioal a base de hongos como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, los cuales se desarrollan en larvas, pupas y adultos (Carmona, 2008). Para el control de esta plaga, se deben tener en

cuenta las buenas prácticas para evitar la contaminación al medio ambiente y así lograr reducir las poblaciones del picudo negro.

### **7.11.2 Colaspis (*Colaspis sp*)**

Se le considera la principal plaga del fruto en las zonas de exportación del plátano y banano. Al emerger los adultos del suelo, vuelan directamente al fruto en donde al alimentarse dejan marcados los dedos con cicatrices o perforaciones en las hojas. Este insecto muerde a lo largo de los filos como a través de las superficies planas de los dedos tiernos. Para el control de esta plaga se recomienda el uso prematuro de bolsas impregnadas de Clorpirifos, realizando preferiblemente tres vueltas semanales. En el control cultural se debe hacer control de malezas, especialmente de gramíneas en canales, utilización de barreras físicas, remoción del suelo en los focos, para exponer al insecto en estado inmaduro a las condiciones ambientales, para el control mecánico se recomienda la utilización del frasco aspirador para captura de los adultos en el campo, para el control biológico la aplicaciones al suelo de los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, han mostrado eficiencia significativa en el control de esta plaga (Carmona, 2008). Este insecto afecta el fruto del banano y causa pérdidas económicas al atacar el fruto ya que es la parte de la planta que mayor demanda tiene en su comercialización.

### **7.11.3 Gusano peludo de la hoja del banano (*Ceramidia sp*)**

Es una de las principales plagas que ataca al banano. La apariencia de las hembras adultas es negra - azulosa y con manchas blancas en el abdomen. Este insecto deposita los huevos en el envés de las hojas y las larvas recién emergidas raspan el envés en franjas alargadas y angostas (Moreno, 2009). Este es un insecto que se hospeda el envés de la hoja provocando daños ya que afecta el área foliar en donde se realiza el proceso fotosintético en la planta.

A medida que la larva crece la franja se amplía y el daño mantiene una dirección perpendicular a la nervadura central que finalmente perfora la hoja. La pupa queda envuelta en numerosos “pelos” de la larva, los cuales sirven de defensa contra las condiciones

ambientales y depredadores. Las pupas se encuentran principalmente en el envés de la hoja en su nervadura central, esporádicamente se pueden encontrar en los racimos. Para el control de esta plaga se debe realizar un correcto deshoje, no dejar tocones en el deshoje, hacer correcto manejo de malezas, estableciendo coberturas, dejar actuar el control natural existente como avispas y otros parásitos como: *Telenomus spp* , y *Trichogramma sp*, que parasitan los huevos; *Elachertus sp* y *Apantelesspp*, que parasitan larvas; *Brachymeria spp* y *Spilochalsis spp*, que parasitan pupas; *Forcipomya sp*, que son ectoparásitos de larvas y *Artichoris sp*, que se alimentan de huevos y larvas pequeñas (Moreno, 2009).

Al momento de controlar la plaga dejar actuar los enemigos naturales ya que son una buena opción para el manejo de la plaga porque se evita el uso de productos que contaminan los suelos o el ambiente.

#### **7.11.4 Nematodos que atacan las raíces del banano**

Los nematodos son el problema principal del sistema radical del banano, debido a que dañan tejidos de raíces y cormos, afectando el crecimiento de la planta y rendimiento por la reducción de las funciones mecánicas (anclaje) y fisiológicas (absorción y transporte de agua y nutrientes) del sistema radical. Los principales nematodos reportados como agentes causales de daños en las raíces se clasifican en: Lesionadores (*Pratylenchus spp.*), agalladores (*Meloidogyne spp.*), enquistadores (*Heterodera spp.*) y barrenadores (*Radopholus spp.*), este ultimo representa el principal problema en banano (Dochez, 2000). La presencia de nematodos se debe considerar en una plantación de bananos, ya que atacan las raíces que son el órgano principal de la planta, dando como resultado un débil crecimiento y bajos rendimientos en la producción.

#### **7.11.5 Nematodos de vida libre**

Incluyen los que se alimentan de bacterias, hongos y de otros nematodos. Se hallan en el mar, suelos húmedos y aguas continentales, siempre en áreas con algún grado de humedad, característicamente en hábitat en los que hay una acelerada descomposición de materia orgánica. Los nematodos son el grupo de consumidores de bacterias y hongos más

cuantiosos, por lo que tienen gran importancia en las cadenas tróficas (Poisson, *et al.* 1976). Los nematodos son controladores biológicos que se alimentan de microorganismos que perjudican al cultivo, se pueden encontrar en diferentes lugares y son indicadores de la calidad de los suelos.

Los nematodos que viven en el suelo y los índices derivados del análisis de la estructura de sus comunidades pueden ser capaces de demostrar que cambios en el manejo del suelo son benéficos o no para la ecología del suelo (Bongers 1990, Yeates 1993, *et al.* 2001). La presencia de nematodos en el suelo ayuda a la descomposición de la materia orgánica existente, pero no ignorar la existencia de aquellos nematodos perjudiciales para el cultivo y para evitar esto es necesario conocer el tipo de fauna en el suelo.

## **7.12 Establecimiento del cultivo**

En un terreno para cultivo de banano debe tomarse en cuenta el clima, el suelo, las vías de comunicación, las condiciones de las vías, la facilidad y transportar agua de riego, qué cultivos se sembraron anteriormente, qué pesticidas se utilizaron, la topografía y otros factores que podrían desfavorecer la producción de fruta (Salazar, 2006). Es uno de los factores de mayor importancia al establecer el cultivo, ya que está relacionado con la vida útil y calidad de la plantación con la posibilidad de mecanización de ciertas labores, facilidad de cosecha y manejo de problemas fitosanitarios.

### **7.12.1 Preparación del terreno**

La preparación del terreno para la siembra de banano depende de factores como la procedencia del lote a sembrar; sólo en el caso de potreros se justifica el empleo de maquinaria agrícola. Propiedades físicas del suelo como textura, estructura y la topografía del terreno. La preparación del terreno debe involucrar el mínimo de labores para evitar disturbar el suelo y no predisponer las plantas al volcamiento se debe realizar controlando mecánica y/o químicamente las malezas dependiendo del estado de éstas (Orozco, 1999).

Para establecer el cultivo, se debe tener en cuenta factores como tipo de suelo, textura y no hacer uso intensivo de maquinaria agrícola.

### **7.12.2 Siembra**

La época más propicia para realizar esta práctica es el inicio de la temporada de lluvias. El cormo debe colocarse en posición vertical de tal manera que el corte efectuado en el pseudotallo sea a 5 centímetros por debajo de la superficie. Al momento del trasplante de plantas producidas en bolsa, ésta se quita y la planta se coloca en el centro del hoyo. El suelo de relleno se debe apisonar para evitar que queden cámaras de aire que faciliten pudriciones de las raíces por encharcamiento. Una vez elegida la semilla se procede a la apertura y preparación de los hoyos cuyo tamaño dependerá del tamaño de la misma, en general se recomienda huecos de 0.30-0.40 m<sup>2</sup>. es conveniente agregar 2-3 kg de abono orgánico en el fondo del hoyo para mejorar el desarrollo de las raíces (Martínez, 2001). La selección de la semilla para siembra se realiza utilizando aquellas cepas o semillas procedentes de semilleros de plantaciones sanas, pudiendo utilizarse como material de propagación cepas de plantas maduras, cepas de plantas no maduras (esta es la mejor para plantarla) y cepas de hijos de espada. Todas ellas deben sanearse eliminando las raíces viejas y desinfectarse posteriormente.

### **7.12.3 Control de malas hierbas**

El manejo de malas hierbas debe realizarse mediante la interacción de métodos culturales, mecánicos y químicos y su efectividad dependerá de la oportunidad y eficiencia con que se realice. El control manual es la forma tradicional de controlar las malas hierbas aunque requiere mucha mano de obra y presenta elevados costos, presenta el inconveniente, además que en climas lluviosos las malezas se recuperan rápidamente. Consiste en la utilización de herramientas como el machete y azadón para eliminar las malas hierbas y se recomienda durante el establecimiento del cultivo, ya que permite un control de malezas selectivo sin causar perjuicios a las plantas (INFOAGRO, 2011). También es posible realizar un control cultural, el cual consiste en proporcionar a la planta todas las ventajas

para que se desarrolle rápida o uniformemente, por ello involucra aspectos tales como la obtención de semillas de buena calidad, fertilización, distancia de siembra de 2 x 2.5 metros y el uso de coberturas. Finalmente para la lucha química se utilizan herbicidas de contacto contra gramínea y herbicidas sistémicos.

#### **7.12.4 Fertilización**

Las primeras fases de crecimiento de las plantas son decisivas para el desarrollo del fruto, por tanto es recomendable en el momento de la siembra utilizar un fertilizante rico en fósforo. Cuando no se haya fertilizado al momento de la siembra, la primera fertilización tendrá lugar cuando la planta tenga entre 3 a 5 semanas, recomendándose abonar al pie en vez de distribuir el abono por todo el terreno, ya que esta planta extiende poco las raíces, es recomendable aplicarlo a una distancia de 15 cm del pseudotallo. En condiciones tropicales, los compuestos nitrogenados se elevan rápidamente, por tanto se recomienda fraccionar la aplicación de este elemento a lo largo del ciclo vegetativo (Vargas, 2011). Al aplicar fertilizantes a la planta es importante tener presente como realizarlo ya que los nitrogenados tienden a volatilizarse fácilmente.

A los dos meses es recomendable aportar Urea o Nitrato de Amonio repitiendo el tratamiento a los 3 y 4 meses, al quinto mes se debe realizar una aplicación de un fertilizante rico en potasio por ser uno de los elementos más importantes para la fructificación del cultivo. En las plantaciones adultas se seguirá empleando una fórmula rica en potasio (500 gramos de sulfato o cloruro potásico), distribuida en el mayor número de aplicaciones anuales sobre todo en suelos ácidos. Se tendrá en cuenta el análisis de suelo para determinar con mayor exactitud las condiciones actuales de la fertilidad del mismo y elaborar un adecuado programa de fertilización (Vargas, 2011). Se debe tener presente un plan de actividades para realizar en tiempo y forma cada fertilización, llevar un manejo adecuado conociendo las necesidades nutricionales del suelo y el cultivo.

Estudio realizado en la finca Buena Vista de la FAREM Matagalpa en plátano utilizando los siguientes fertilizantes edáficos sintéticos 15 15 15, Urea, EM (Microorganismos

Eficaces) y Testigo demostró que el tratamiento al que se le aplicó Urea obtuvo el segundo lugar después del 15 15 15 en cuanto a la altura de las plantas (hijos cola de burro) lo que demuestra que el nitrógeno (N) beneficia el crecimiento vegetativo de las plantas (Averruz, *et al.* 2009).

### **7.13 Descripción de variedad en estudio**

#### **7.13.1 Gros Michel (AAA)**

El Cultivar Gros Michel es de porte alto (6 a 8 metros de alto), vigoroso y produce racimos de buen color, racimo de 20 a 30 kg de peso (Ortiz, *et al.* 1999). El banano Gros Michel es una variedad con buenas características de alto rendimiento y se adapta al asociarla con café, arboles y cacao.

El banano Gros Michel es de color verde amarillo, resiste bien el transporte. Tiene extraordinarias cualidades en cuanto a manejo y conservación. Su pecíolo posee en la base manchas de color marrón oscuro y los limbos son verdes de 4 metro de largo por 1 metro de ancho. Los racimos son alargados de forma cilíndrica con 10 a 12 manos promedio, los frutos de la fila interna se muestran erectos pues su curva se encuentra en el pedúnculo y en la parte basal del fruto. El ápice tiene forma de cuello de botella y el pedúnculo es más corto y robusto, la maduración es regular y homogénea (INFOAGRO, 2011). Esta variedad se adapta a las condiciones del trópico y responde bien a la fertilización con urea, además por la altura característica que tiene esta variedad de musa se usa mucho en sistemas agroforestales de café intercalado con forestales.

#### **7.13.2 Practicas de manejo que se realizan al cultivo.**

##### **7.13.2.1 Deshije**

Esta práctica de deshije hace referencia a la eliminación de colinos o brotes, en un estado no muy avanzado de desarrollo, con el fin de evitar la competencia por luz, agua, nutrimentos y espacio vital con la planta principal. El objetivo del deshije es mantener una sucesión racional y ordenada de progenies en el sitio de producción, esta práctica se puede



realizar en el momento que el desarrollo de los hijos facilite una adecuada selección y luego se deben realizar rondas para eliminar los brotes no seleccionados y que van emergiendo alrededor de la planta (Palencia, *et al.*2006). Esta práctica es de mucho interés ya que permite a la planta principal desarrollarse adecuadamente ya que al deshijar ya no hay pérdida de nutriente, agua, luz por competencia con las nuevas plantitas que se estaban desarrollando.

#### **7.13.2.2 Deshoje**

Consiste en la eliminación de las hojas amarillas, algunas hojas tienden a doblarse, estas no se cortan siempre y cuando permanezcan con su coloración verde, las secas y bajas para favorecer la libre circulación del viento, al igual que la penetración de rayos solares que van a favorecer el crecimiento y desarrollo de las futuras generaciones y contrarrestar el ataque de plagas y enfermedades. No es conveniente eliminar las hojas verdes que aun no han doblado, se deben despuntar las hojas afectadas por enfermedades foliares como *Sigatoka Negra* eliminando las partes manchadas o secas, el corte se debe hacer de abajo hacia arriba dejando una porción de falso pecíolo como margen de protección a la penetración de patógenos por el pseudotallo. Al realizar esta práctica la herramienta se debe desinfectar al pasar de una planta a otra (Bustamante, 2001). El deshoje es fundamental para mantener la plantación libre de enfermedades, además de permitir el ingreso del sol, paso del viento y mantiene un buen aspecto en las plantas.

#### **7.14 Especies de árboles que se utilizan en cafetales.**

Según Esquivel (2010) es común que se utilicen árboles como: Madero Negro (*Gliricidia sepium*), Acacia (*Cassia siamea*), Eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), Sangregrado (*Pterocarpus spp*), Bambú (*Bambusa vulgaris*), Carao (*Cassia grandis*), Aguacate (*Persea americana*), Cedro (*Cedrella odorata*), Ceiba (*Ceiba pentandra*), Guayaba (*Psidium guajava*), Guaba Negra (*Inga jinicuil*), Guaba Roja (*Inga spp*), Búcaro (*Erythrina poeppigiana*) y Cacao (*Theobroma cacao*). Todas estas especies arbóreas brindan distintos servicios como sombra, medicina, frutos, madera preciosa para realizar diferentes artículos,

alimento para ganado, fijación de nutrientes como nitrógeno y otros para distintas actividades como leña, cobertura a los suelos y evitar procesos erosivos mediante las escorrentías. Otra de las especies de árboles que se establecen como sombra en los cafetales, es la guaba (*Inga spp*), la cual aporta materia orgánica que es aprovechada por los cultivos de café y banano y así obtener una buena producción.

### **7.15 Incorporación de leguminas al suelo como fertilizante natural.**

El búcaro (*Erythrina sp*), es una especie de leguminosa forrajera que se puede usar como cerca viva, barrera rompe vientos, contribuye a la conservación de cauces y fuentes de agua y al mejoramiento de suelo como fijadora de nitrógeno, proporciona sombra a cultivo de café, cacao, entre otros cultivos y como forraje para el ganado, con propiedades nutritivas (Acero,1985). Tiene una altura de 9-15 m pero puede alcanzar hasta 24 m, sus raíces son profundas y sus nódulos son excelentes fijadores de nitrógeno es una especie forrajera que se puede consumir, las hojas tienen un alto contenido proteínico por lo que las usan como alimento bovino, porcino y caprino; las flores se consumen como legumbres en un plato especial, su madera es utilizada en cajonería, tableros aglomerados, revestimiento de interiores, el líquido resultante del cocimiento de sus flores es sedativa y ligeramente laxante, alivia el reumatismo y los dolores musculares, la corteza se usa como emplasto para heridas recientes (CIPAV,1987). Gracias al contenido proteico y usos múltiples la planta de búcaro es común observarla en las plantaciones asociadas con diferentes cultivos formando sistemas agroforestales.

La descomposición de la hojarasca constituye la vía de entrada principal de los nutrientes en el suelo y es uno de los puntos clave del reciclado de la materia orgánica y nutrientes (De Caluwe, 1997). La incorporación de leguminosas al sistema es una forma de fertilizar naturalmente proporcionándole nitrógeno mediante la fijación de estas, como lo es el búcaro que proporciona nitrógeno de forma natural al descomponerse sus hojas mediante la interacción de microorganismos y este es absorbido por las raíces de las plantas, en este caso las de musáceas, además de mantener el nicho ecológico de la micro fauna del sitio donde interactúan las leguminosas y plantas.

Estudios realizados por el CIPAV (1987) referentes al valor nutritivo de (*Erythrina ssp*), se hallaron contenidos de 19 % de proteína, 3.12 % de nitrógeno, 0.12 % de fósforo, 1.47 % de potasio, 1.86 % de calcio, 0.40% de magnesio. La *Erythrina ssp*, presenta buen contenido nutricional por lo que constituye una fuente importante para fertilización y alimentación según sus usos.

### **7.16 Producción**

Resultados de la encuesta de producción de banano indican que en el período de Enero-Mayo de 2009, se alcanzó un volumen de producción de 1,327.9 miles de cajas de 42 libras, lo que representa una venta del 61.9% con relación al estimado para el año 2009. En comparación a la producción registrada en igual fecha del periodo anterior 2008, se observa que la actual es mayor aproximadamente con 41.2%, del volumen total de la producción obtenida, el 72.4% correspondió a producción, con calidad exportable y el 27.6% fue para el consumo interno. Nicaragua es un país que produce y exporta banano, del total de producción, aproximadamente menos de la mitad se deja para el consumo y la mayor parte se exporta, es un cultivo importante para los productores de pequeña escala, como segunda fuente de ingresos representa el 15% de los ingresos brutos adicional al cultivo de café (MAGFOR, 2009).

## VIII. DISEÑO METODOLOGICO

### 8.1. Ubicación Geográfica y caracterización del sitio de estudio

El estudio se llevó a cabo en el municipio de San Ramón, Departamento de Matagalpa, comunidad de Yasica Sur, ubicada a 23 Km. de la cabecera departamental de Matagalpa. Con precipitaciones anuales de 800-1200 mm, temperatura media de 29- 33 °C y humedad relativa de 62 %, altura sobre el nivel del mar entre 750-800 msnm y pendiente de 34 %, el tipo de suelo es franco arcillo arenoso, la profundidad de suelos es de 45 cm, color de suelo negro a gris oscuro y gris amarillento. La zona de vida es un bosque tropical húmedo pre montano (Castellón, 2011).

### 8.2 .Tipo de estudio

La investigación es de tipo experimental, donde se evaluaron aplicaciones de fertilizantes sintéticos y edáficos naturales, así como combinaciones de estos, tomando en consideración las mismas prácticas de manejo (deshoje y deshije) en la variedad de banano Gros Michel (AAA) para saber con cual de los tratamientos se obtuvo mayor crecimiento y desarrollo vegetativo.

### 8.3. Diseño experimental.

El modelo estadístico para el estudio es un Diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA), donde cada planta constituye una unidad experimental, con 70 plantas. Cada tratamiento se describe de la siguiente manera T1) A diez plantas se les aplicó cuatro onzas de Urea al 46 % de concentración de nitrógeno, T2) A diez plantas se les aplicó potasio con dosis de cuatro onzas por planta fórmula 0-0-60, T3) A diez plantas se les aplicó 3 kg de hoja verde de búcaro en la base de la planta, T4) Cuatro onzas de Urea + cuatro onzas de Potasio (U+K), T5) Cuatro onzas de Urea + tres kg de hoja de búcaro (U+H), T6) Cuatro onzas de potasio + tres kg de hoja de búcaro (K+H) y el T7 con diez plantas como testigo absoluto sin la aplicación de fertilizante. Las prácticas de manejo en cada tratamiento fueron: Deshoje, Deshije en donde se tomaron datos de crecimiento; altura de la planta, número de hojas, grosor del tallo, para determinar si existe diferencia significativa en el

desarrollo vegetativo del banano dentro de cada tratamiento en estudio, las plantas tuvieron ciertas condiciones: menor a un metro de altura, hijos de espada o cola de burro.

El sitio donde se ubicó el experimento está compuesto por los distintos estratos en el superior especies de árboles como: Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Laurel (*Cordia alliodora*), Cedro Real (*Cedrela odorata*), Madero Negro (*Gliricidia sepium*), Búcaro (*Erythrina ssp*), Gavilán (*Simaruba glauca*), Guabas Roja y Negra (*Inga ssp*), Aguacate (*Persea americana*). En el estrato medio se encuentran las musáceas aproximadamente dos años de establecidas y se encuentran las siguientes variedades: Gros Michel, Caribe Rojo, Caribe Blanco, Manzano, Plátano, Coquito y Cuadrado y el estrato inferior está compuesto por café integrado por especie: Caturra, Catimor, Maragogype, Malaco. Tanto las especies de árboles como las musáceas le brindan al café sombra tanto temporal como permanente además de brindarle al suelo nutrientes y protección ante el proceso de escorrentía.

#### **8.4. Técnicas de investigación**

Se utilizó una hoja para tomar datos de campo para posteriormente analizar el comportamiento agronómico y vegetativo como efecto del tratamiento que se le aplicó a cada unidad experimental. En Anexo 1, se presenta el diseño de la hoja utilizada en campo para el estudio.

#### **8.5. Manejo agronómico del experimento**

Al encontrarse las unidades experimentales establecidas con un arreglo espacial no uniforme y de previo o posterior a la siembra no se le aplicó ningún tratamiento, se propuso aplicarlos al inicio del experimento, repetirlos a los dos cuatro y seis meses.

Es importante destacar que en el estudio no se contó con análisis de suelos, por lo que se trabajó aplicando las leyes de fertilidad y rangos de extracciones por cada uno de los componentes de las musáceas (tallos, hojas). Para el banano se aplicó cuatro onzas de potasio y urea por cada una de las aplicaciones. En el caso de fertilizante natural se aplicó seis libras alrededor de la planta. Las prácticas de manejo que se le aplicó a todas las plantas fueron: Deshoje y deshije.

## **8.6. Descripción de las dos fuentes de fertilización**

### **8.6.1. Aplicación de hojarasca de búcaro (*Erythrina Spp*).**

Para hacer la aplicación de fertilizante natural, se aplicó hojarasca natural de búcaro que es una leguminosa fijadora de nitrógeno al suelo, para demostrar si la aplicación de este contribuye a obtener mejor desarrollo y crecimiento vegetativo en banano de la variedad Gros Michel, aplicando 2.72 kilogramos de hojarasca por planta, al realizar esta práctica se usó hoja de campo, lapicero, para anotar las fechas exactas y al momento en que se aplicó la hojarasca de búcaro, sacos para cargar la hojarasca, aplicando cada dos meses.

### **8.6.2. Aplicación de fertilizante edáfico sintético**

Entre las fórmulas aplicadas esta la urea (Nitrógeno 46 %) y Potasio (0-0-60), estos fertilizantes se incorporaron al suelo durante el desarrollo de las plantas, la urea se aplicó a los dos, cuatro, seis meses, se aplicó en media luna, enterrada ya que el nitrógeno es volátil, el potasio a los tres, cinco, siete meses para que favorezca el desarrollo de los frutos, fue necesaria la utilización de hoja, tabla de campo, lapicero, sacos y pesa.

## **8.7 Variables evaluadas**

### **8.7.1 Altura de la planta (cm).**

Esta variable midió la altura de las plantas en cada tratamiento. Se evaluó a partir de la base del tallo hasta la parte de inserción del pecíolo de la última hoja emergida de la planta.

Reyes (1990) señala la importancia de la variable altura de planta, ya que determina la tolerancia al acame y la resistencia al ataque del picudo (*Cosmopolites sordidus*) de las musáceas. Esta es una plaga que puede afectar al cultivo provocando pérdidas cuantiosas en caso de una población incontrolable.

### **8.7.2 Grosor del tallo (cm).**

Se midió el grosor del tallo durante la etapa de crecimiento a un metro de altura a partir del suelo, desde la edad de dos meses hasta los 10 meses.

### **8.7.3 Número de hojas.**

Se realizó el conteo de número de hojas producidas por la planta dos veces al mes sin tomar en cuenta la hoja candela que es la última hoja que va brotando.

### **8.7.4 Fauna del suelo, propiedades físicas y químicas presente en la parcela experimental.**

En la parcela experimental se realizó la extracción de suelo en distintos sitios para observar organismos presentes o existentes tanto aquellos que son benéficos para las plantas como aquellos que causan ciertos daños.

**Textura:** La textura del suelo se determinó mediante el método de la botella, se tomaron tres muestras (parte alta, parte media, parte baja), se agregó aproximadamente 100g de suelo por muestra y un 1/3 de agua, se agitó moderadamente, se dejó reposar por 72 horas. Posteriormente con una regla milimetrada en centímetro (cm) se midió las cantidades de arena, limo y arcilla. Introduciendo los datos en una hoja de cálculo para interpretar propiedades físicas y químicas de los suelos.

**Estructura:** La determinación de la estructura se hizo mediante el grado de cohesión al tacto, tomando una pequeña porción de suelo y a través de su consistencia se identificó la estructura, en el primer caso es granular y en los otros dos es de estructura migosa.

**Color:** El color de suelo indica el contenido de materia orgánica que tiene un suelo y se identificó mediante la observación, entre más oscuro sea el suelo hay mayor contenido de materia orgánica.

**pH:** Es el grado de acidez que tiene un suelo, esto demuestra si es apropiado para establecer un determinado cultivo y así manejar un buen plan de fertilización y prácticas agrícolas. Estos resultados se obtienen mediante análisis de laboratorios. Se tomaron 10g de suelo y se depositó en un plato Petri, agregando 10 ml de alcohol al 100 % y se seco. Luego deposito la muestra en un beaker, agregando agua destilada y agitando para tener una mezcla homogénea durante un minuto, posteriormente se introdujo la cinta pH métrica, observando el color y comparando se determinó el pH.

**Materia Orgánica:** La materia orgánica que contiene el suelo procede tanto de la descomposición de los seres vivos que mueren sobre ella, como la actividad biológica de los organismos vivos que contiene: lombrices, insectos, microorganismos, etc. El porcentaje de materia orgánica se comprobó utilizando 150 gramos de suelo agregándole 115 ml de agua destilada y luego igual cantidad de agua oxigenada, presentando efervescencia, lo cual indica que ese suelo tiene 4 % de materia orgánica, si la efervescencia es poca se considera un 3 % y si hay mínima efervescencia la presencia de materia orgánica es deficiente.

**Retención de humedad:** Se pesó 500 g de suelo seco, tara de los cilindros, luego juntos (tara más suelo seco) y se obtuvo peso total, se colocó los cilindros en un recipiente con agua que no sobrepasara la altura que alcanzaba el suelo y de manera que se humedeciera todo el suelo. Se dejó reposar por 72 horas obteniendo peso húmedo. Luego se aplicó la fórmula  $\% R = \frac{PSH - PSS}{PSS} * 100$  para determinar retención de humedad del suelo.

**% R:** Porcentaje de retención

**PSS:** Peso de suelo seco (gr)

**PSH:** Peso de suelo húmedo (gr) (Chavarría, F. 2007).



## **8.8. Análisis estadísticos**

La base de datos fue elaborada en hojas electrónicas (Excel), procesada y analizada en paquetes estadísticos con SPSS versión 17, donde se aplica estadística descriptiva como media aritmética, promedio, mínimos, máximos, con el fin de presentar los resultados se realizaron cuadros y gráficos.

Como prueba estadística para las variables paramétricas se utilizó el análisis de varianza (ANDEVA), usando el paquete estadístico SPSS para determinar el grado de significancia de las variables. Las medias fueron comparadas por medio de la prueba de rangos múltiples de Tukey con  $\alpha = 0.05$ , para determinar el mejor tratamiento cuando se encontró diferencia significativa en ANDEVA.

## 8.9 Operacionalización de variables

**Cuadro 3.** Variables e indicadores

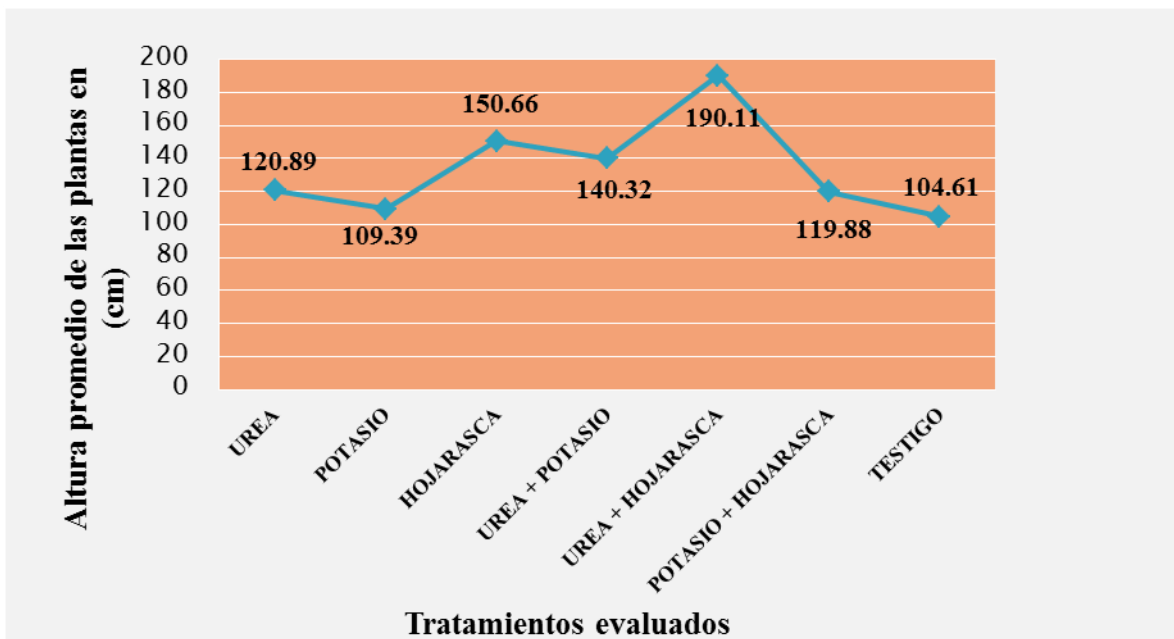
<b>Objetivos específicos</b>	<b>Variables</b>	<b>Indicador</b>	<b>Instrumento</b>
Determinar el efecto que tiene la aplicación de fertilizante edáfico sintético y natural sobre la altura de las planta en banano Gros Michel.	Altura de la planta.	Centímetros (cm)	Hoja de campo, lapicero, cinta métrica y centímetro.
Evaluar el efecto que tiene la aplicación de fertilizante edáfico sintético y natural en el grosor de tallo de las plantas en banano Gros Michel.	Grosor de tallo.	Centímetros (cm)	Hoja de campo, lapicero y centímetro.

<p>Determinar el efecto que tiene la aplicación de fertilizante edáfico sintético y natural sobre el número de hojas emitidas de las plantas en banano Gros Michel.</p>	<p>Número de hojas</p>	<p>Unidades</p>	<p>Hoja de campo y lapicero.</p>
<p>Identificar principales indicadores de la calidad del suelo en la parcela experimental.</p>	<p>Meso Fauna de suelo</p> <p>Propiedades físicas (Textura, color de suelo retención de humedad)</p> <p>Propiedades químicas ( pH, Materia orgánica)</p>	<p>Órdenes</p> <p>Clases texturales</p> <p>Matiz, intensidad y brillo</p> <p>Porcentaje</p> <p>Rangos</p> <p>Porcentaje</p>	<p>Observación.</p> <p>Pruebas de campo.</p> <p>Laboratorio.</p> <p>Botella.</p> <p>Cilíndro.</p> <p>Cinta pH métrica.</p>

## IX. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las variables estudiadas para este análisis fueron: Determinar la altura de las planta, grosor de tallo y número de hojas emitidas de las plantas en banano Gros Michel mediante la aplicación de fertilizante edáfico sintético–natural y principales indicadores de la calidad del suelo en la parcela experimental.

### 9.1 Altura promedio de las plantas en los siete tratamientos del estudio.



**Fuente:** Resultados de investigación.

### Gráfico 1. Altura promedio de las plantas en los siete tratamientos del estudio.

Según Averruz, *et al.* (2008). La aplicación de fertilizante completo 15-15-15 y urea favorecen el crecimiento vegetativo en cuanto a la altura de las plantas en el cultivo de plátano. En los resultados del presente estudio el gráfico 1 representa la altura de las plantas en los siete tratamientos evaluados, en los cuáles el tratamiento que alcanzó mayor altura es Urea más Hojarasca con un promedio de 190.11 cm, seguido del tratamiento hojarasca con 150.66 cm sin embargo, el tratamiento que alcanzó menor altura fue el testigo ya que no se aplicó ninguna fuente de fertilización, esto demuestra que la aplicación de hojarasca de

búcaro como fertilizante natural y los edáficos sintéticos (urea, potasio) aportan nutrientes al suelo lo cual favorece el crecimiento vegetativo en la altura de las plantas en banano Gros Michel.

## 9.2 ANDEVA para la variable altura de las plantas en banano Gros Michel.

**Cuadro 4.** Resultados de ANDEVA para la variable altura de las plantas en los siete tratamientos.

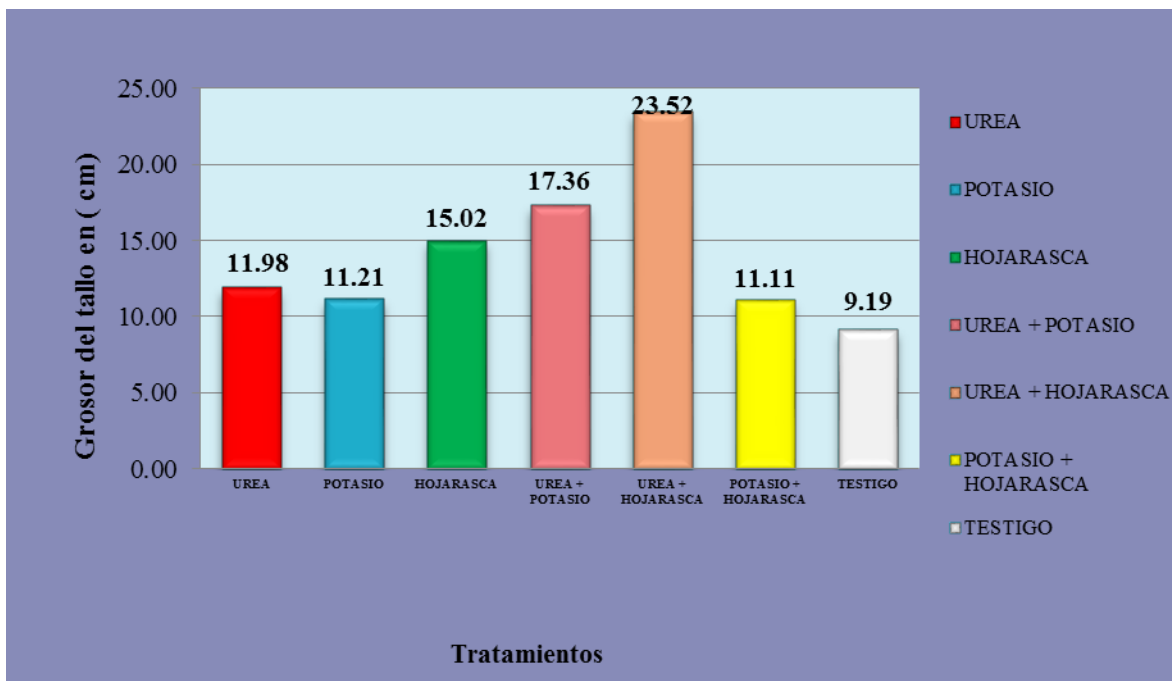
Fuente	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	111686.234(a)	15	7445.749	1.288	.242
Intersección	1251159.256	1	1251159.256	216.364	.000
Tratamientos	53050.914	6	8841.819	1.529	.186 <b>NS</b>
Bloques	58635.321	9	6515.036	1.127	.361 <b>NS</b>
Error	312263.664	54	5782.660		
Total	1675109.154	70			
Total corregida	423949.898	69			

NS (No significativo).

**Fuente:** Resultados de investigación, SPSS versión 17.

El análisis de varianza, al 95 % de confianza demuestra que los tratamientos evaluados no presentan diferencias estadística significativas en cuanto a la altura de las plantas.

### 9.3 Promedio del grosor de tallo de las plantas en los siete tratamientos del estudio.



**Fuente:** Resultados de investigación.

### Gráfico 2. Promedio del grosor de tallo de las plantas en los siete tratamientos del estudio.

El diámetro de las plantas de banano es importante a considerar, ya que el tallo es el que sostiene a la planta y soporta el peso del racimo, además sirve como transporte para la savia bruta y elaborada (xilema y floema). El gráfico 2 demuestra que el tratamiento urea más hojas de búcaro y urea más potasio presentaron los mejores resultados con respecto al grosor del tallo alcanzando 23.52 cm y 17.36 respectivamente, después el tratamiento Hojarasca con 15.02 cm, esto demuestra que tanto urea, potasio y hojarasca de búcaro favorecen el desarrollo vegetativo de las plantas en cuanto al grosor del tallo.

#### 9.4 ANDEVA para la variable grosor del tallo en banano Gros Michel.

**Cuadro 5.** Resultados de ANDEVA para la variable grosor de tallo en los siete tratamientos.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	3078.639(a)	15	205.243	1.540	.124
Intersección	14107.417	1	14107.417	105.835	.000
Tratamientos	1460.137	6	243.356	1.826	.111 <b>NS</b>
Bloques	1618.501	9	179.833	1.349	.234 <b>NS</b>
Error	7198.010	54	133.296		
Total	24384.065	70			
Total corregida	10276.648	69			

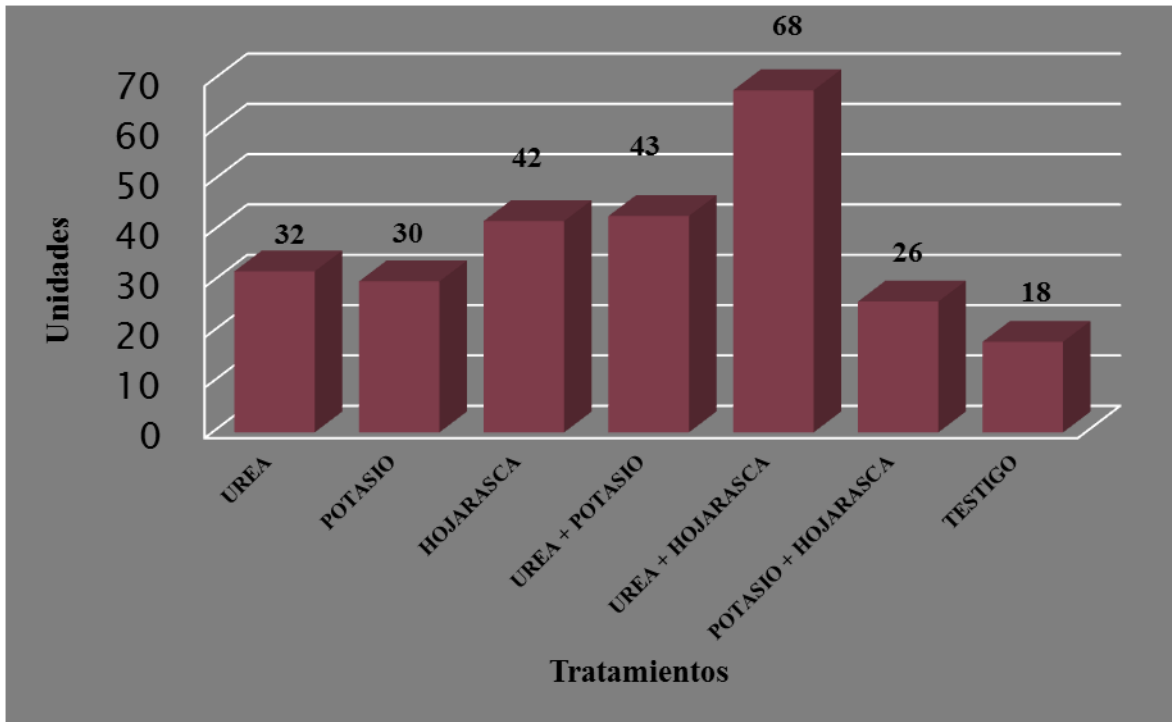
NS (No significativo).

**Fuente:** Resultados de investigación, SPSS versión 17.

Los resultados del análisis de varianza al 95 % demuestran que los tratamientos evaluados no presentan diferencias estadística significativas respecto al grosor de tallo de las plantas.

González y Roque (1993), citados por Molina y Martínez (2004) señalan que el tallo es una variable muy importante que puede ser afectada por altas densidades de siembra, competencia por luz y agua con frecuencia elongación del tallo, favoreciendo al acame producto del viento. El cultivo de banano se debe establecer con distancias de siembra bien definidas para permitirle a las plantas un mejor desarrollo y que estas tengan el espacio suficiente para que no compitan por espacio, luz y nutrientes.

### 9.5 Promedio del número de hojas emitidas por las plantas en los siete tratamientos del estudio.



Fuente: Resultados de investigación

**Gráfico 3. Promedio del número de hojas emitidas por las plantas en los siete tratamientos del estudio.**

En el gráfico 3 se aprecia que las plantas del tratamiento urea en combinación con hojarasca de búcaro, son las que emitieron mayor número de hojas con 68 hojas como promedio en todo el tratamiento, en comparación con el resto de plantas de los tratamientos evaluados. (INTA, 1997) reporta que el número de hojas que una planta puede emitir es de alrededor de 38 a 39 hojas durante todo su ciclo, sin embargo, es más importante destacar que la planta culmina la emisión de hojas en las dos grandes fases de desarrollo. La primera mitad aproximadamente 19 hojas en la fase de desarrollo vegetativo y la segunda en la fase reproducción las otras 19 hojas. Se observa una similitud entre el resto de tratamientos en el número de hojas emitidas sin embargo el tratamiento testigo es el que presenta el menor promedio en hojas lo que indica una diferencia aritmética con el resto de los tratamientos.



El número de hojas es de suma importancia en la producción de musáceas ya que influye en la capacidad fotosintética, así en el número de dedos y la calidad misma de la producción.

### 9.6 ANDEVA para la variable número de hojas emitidas en plantas de banano.

**Cuadro 6.** Resultados de ANDEVA para la variable número de hojas emitidas en los siete tratamientos.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	32921.229(a)	15	2194.749	2.106	.024
Intersección	95386.514	1	95386.514	91.535	.000
Tratamientos	15682.886	6	2613.814	2.508	.033 *
Bloques	17238.343	9	1915.371	1.838	.082 NS
Error	56272.257	54	1042.079		
Total	184580.000	70			
Total corregida	89193.486	69			

\* (Significativo) NS (No significativo).

**Fuente:** Resultados de investigación

Cayòn (2001) plantea que el incremento en desarrollo y producción de un cultivo depende fundamentalmente del desarrollo progresivo de su área foliar lo que permite utilizar eficientemente la energía solar en el proceso fotosintético, según el análisis de varianza al 95 % de confianza demuestra que los tratamientos evaluados presentan diferencias

estadística significativa correspondiente al número de hojas, lo que demuestra que hay un incremento en el desarrollo foliar, no existe significancia entre bloques.

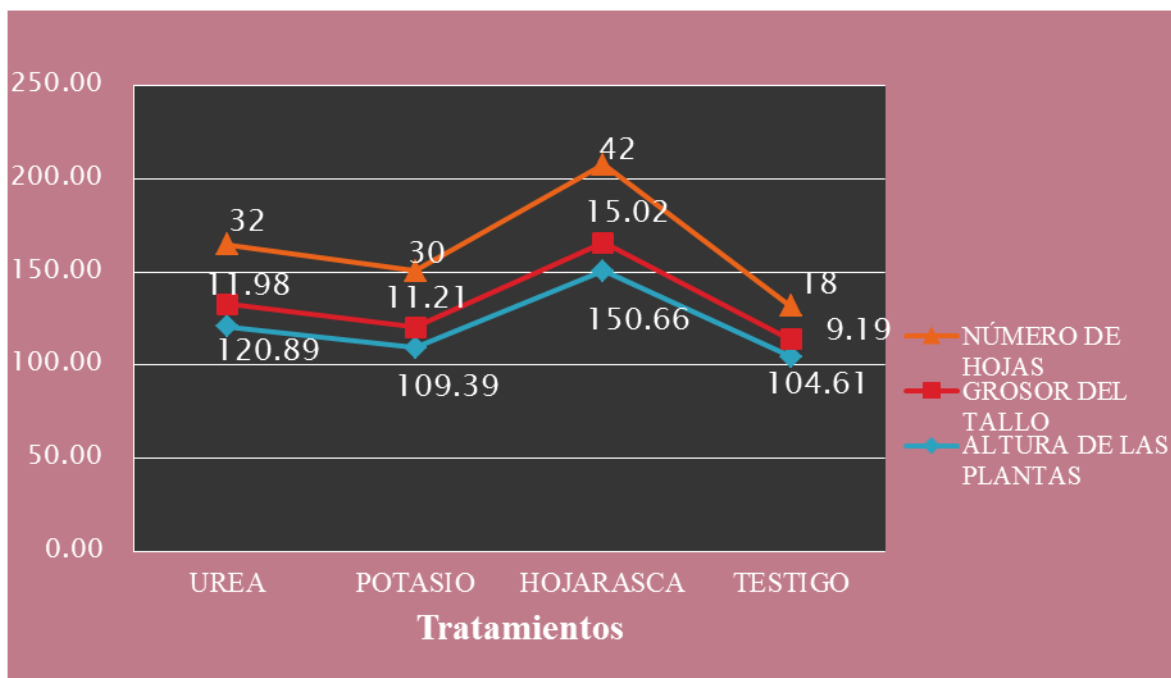
**Cuadro 7.** Separación de medias por Tukey en cada uno de los tratamientos.

Tratamientos	N	Subconjunto	
	1	2	1
Testigo	10	18.00	
Potasio mas Hojarasca	10	26.00	26.00
Potasio	10	30.20	30.20
Urea	10	31.50	31.50
Hojarasca	10	41.50	41.50
Urea mas Potasio	10	43.40	43.40
Urea mas Hojarasca	10		67.80
Significación		.580	.075

**Fuente:** Resultados de investigación

Entre las categorías estadísticas según la prueba de rangos múltiples de Tukey, clasifica en la primera categoría es el tratamiento (Urea + Hojarasca), con un rango de 67.80 en la emisión de hojas, en la segunda categoría se encuentran los tratamientos: Urea + Potasio, Hojarasca, Urea, Potasio y Potasio + Hojarasca y en la tercer categoría se encuentra el tratamiento testigo con una media de 18.00 hojas. Este resultado se obtuvo luego de haber realizado la prueba de rangos múltiples de Tukey

**9.7 Altura de las plantas, grosor de tallo y número de hojas de los tratamientos urea, potasio, hojarasca y testigo.**

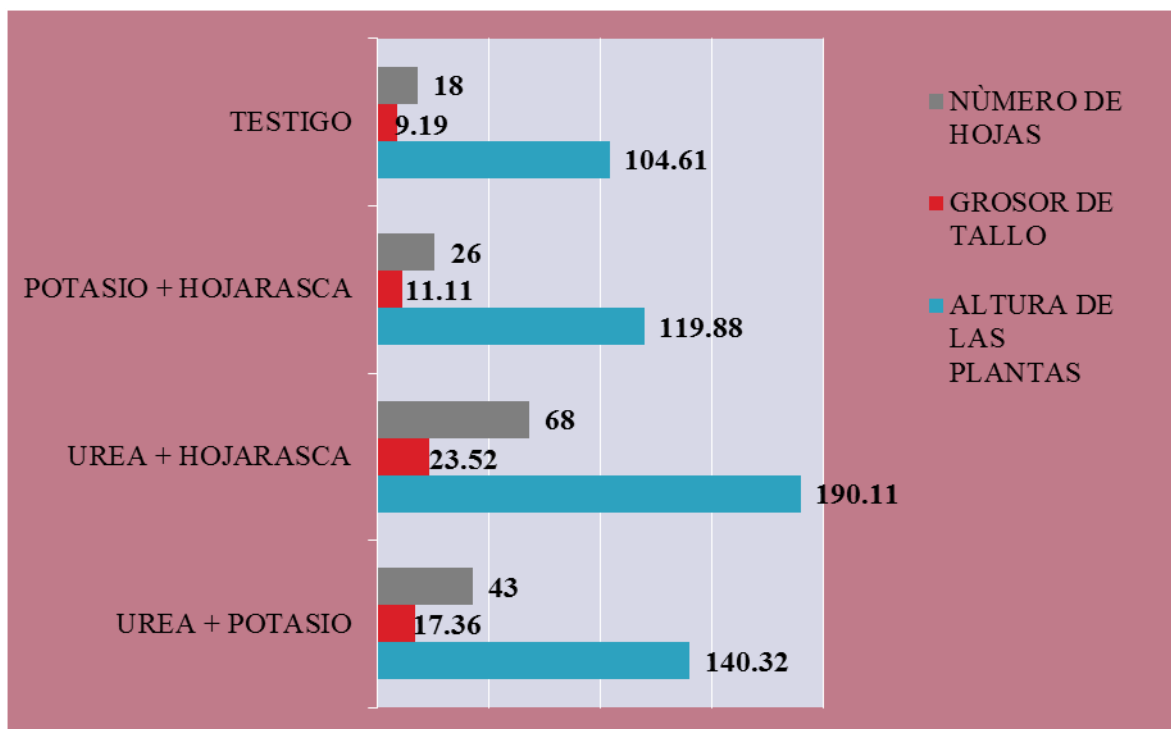


**Fuente:** Resultados de investigación

**Gráfico 4. Altura de las plantas, grosor de tallo y número de hojas de los tratamientos urea, potasio, hojarasca y testigo.**

En el gráfico 4 se observa que el tratamiento que alcanzó mayor altura, grosor de tallo y mayor emisión de hojas es hojarasca comparado con urea, potasio y el testigo, obteniendo una altura de 150.66 cm, 15.02 cm en grosor de tallo y 42 hojas emitidas en todo el tratamiento.

### 9.8 Altura de las plantas, grosor de tallo y número de hojas de los tratamientos Urea + Potasio, Urea + Hojarasca, Potasio + Hojarasca y Testigo.

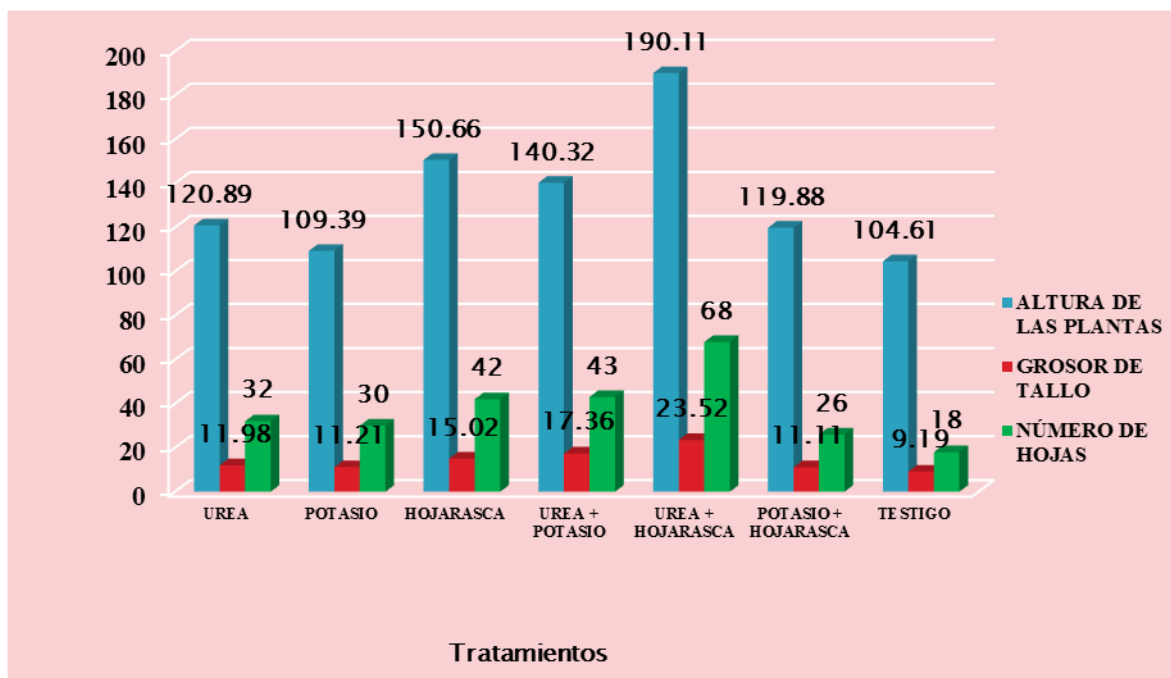


Fuente: Resultados de investigación.

**Gráfico 5.** Altura de las plantas, grosor de tallo y número de hojas de las combinaciones de fertilizantes (urea + potasio, urea + hojarasca, potasio + hojarasca y testigo).

El gráfico 5 muestra que al comparar las combinaciones de los fertilizantes K + H, U + H, U + K con el testigo, el que se comportó mejor en altura, grosor del tallo, número de hojas emitidas de la planta fue el tratamiento U + H con 190.11cm, 23.52 cm y 68 hojas como promedio respectivamente, seguido del tratamiento Urea + Potasio, en tercer lugar la combinación de Potasio + Hojarasca y por último el testigo absoluto.

### 9.9 Promedio de altura de las plantas, grosor de tallo y número de hojas en los siete tratamientos evaluados del estudio.



**Fuente:** Resultados de investigación

**Gráfico 6. Promedio de la altura de las plantas, grosor de tallo y número de hojas de los siete tratamientos evaluados.**

Al tomar datos de los siete tratamientos sometidos al estudio, el tratamiento que presentó mejor comportamiento en altura de las plantas, grosor de tallo y mayor número de hojas fue urea mas hojarasca en comparación con el resto de los tratamientos, ya que se le suministró a la planta dos fuentes de nitrógeno, ya que es un elemento indispensable para las plantas porque contribuye a un mejor crecimiento vegetativo.

Esto indica que si el productor hace uso de hojarasca de búcaro como fertilizante natural obtendrá mejores resultados, aprovechando la materia prima que tiene en su parcela

### 9.10 Determinar algunos indicadores de la calidad del suelo en la parcela experimental

**Cuadro 8.** Principales organismos existentes en la parcela experimental.

<b>Fauna de suelo</b>	<b>Clase</b>	<b>Orden</b>	<b>Familia</b>
<b>Hormigas</b>	Insecta	Himenópteros	Formicidae
<b>Zompopos</b>	Insecta	Himenópteros	Myrmicinae
<b>Caracol común</b>	Gasterópodos	Molusco	Helícidos
<b>Lombriz de tierra</b>	Oligoquetos	Opostoporos	Lumbricidae
<b>Escarabajos</b>	Insecta	Coleópteros	Carábidae
<b>Cien pié</b>	Miriópodos	Quilópodo	Artrópodos
<b>Arañas</b>	Arachnida	Araneae	Lycocidae

**Fuente:** Resultados de Investigación

En la parcela experimental se identificaron los principales organismos existentes mediante la observación, de los cuales existen benéficos y perjudiciales para el cultivo. En este caso se encuentra: hormigas que afectan las raíces de la planta haciendo galerías, los zompopos que se alimentan del follaje. Entre los organismos benéficos está la lombriz de tierra, arañas, cien pie y escarabajos, éste último es un controlador biológico de los caracoles. Los organismos benéficos contribuyen a mejorar el suelo mediante la formación de galerías también regulan el movimiento de agua-aire en el suelo y mezclan los nutrientes.

**Cuadro 9.** Propiedades físicas y químicas del suelo en la parcela experimental.

Propiedades del suelo	Parte alta	Parte media	Parte baja
<b>Textura</b>	Franco arcillo arenoso	Franco arcillo arenoso	Franco arcillo arenoso
<b>Estructura</b>	Granular	Migoso	Migoso
<b>Color</b>	Gris Amarillento	Negro	Gris oscuro
<b>pH</b>	6	6	5
<b>Materia Orgánica</b>	3 %	4 %	4 %
<b>Retención de humedad</b>	29.77 %	23.1 %	24 %

**Fuente:** Resultados de Investigación.

González (2008) plantea que los suelos aptos para el cultivo de banano, son aquellos que tienen una textura franco arenoso, arcilloso y limoso porque son fértiles, permeables y profundos, ricos especialmente en materia nitrogenada. Luego de haber realizado análisis de suelo, la textura de este en la parcela experimental es de tipo franco arcillo arenoso, con una estructura granular y migosa, el color va desde gris amarillento a negro y gris oscuro, el rango de pH se encuentra de 5 a 6, la materia orgánica del 3-4 % y por último la retención de humedad oscila entre 23 a 29 %.

## X. CONCLUSIONES

Las fuentes de fertilización edáfica sintética (urea y potasio) y natural (hojarasca de búcaro *Erythrina spp*), favorecen el crecimiento vegetativo de banano Gros Michel en asocio con café y árboles. Por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa general.

Los diferentes tratamientos de fertilización edáfica influyen en altura de las plantas de banano Gros Michel, ya que las plantas que fueron fertilizadas alcanzaron mayor altura en comparación con el testigo al cual no se le aplicó ningún tipo de fertilizante por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa específica 1.

Los diferentes tratamientos de fertilización edáfica influyen en grosor de tallo de banano Gros Michel, ya que las plantas que fueron fertilizadas alcanzaron mayor grosor versus el testigo al cual no se le aplicó ningún tipo de fertilizante por lo tanto se acepta la hipótesis específica 2.

Los diferentes tratamientos de fertilización edáfica influyen directamente en el número de hojas emitidas de banano Gros Michel, ya que en esta etapa la planta necesita mayor cantidad de nutrientes para un buen desarrollo, por lo tanto se acepta la hipótesis específica 3.

No todos los indicadores de la calidad de suelo están en equilibrio ya que dentro de la fauna del suelo se encuentran microorganismos perjudiciales para el cultivo, por tanto se acepta parcialmente la hipótesis específica 4.

El tratamiento con mejor resultado en el crecimiento vegetativo, fue el tratamiento urea más hojarasca, en comparación con el resto de tratamientos, alcanzando mayor altura, grosor de tallo y hojas emitidas, debido a que se le suministró dos fuentes de nitrógeno que es el elemento principal en la etapa de crecimiento y desarrollo



## **XI. RECOMENDACIONES**

Para los productores que tienen en sus parcelas banano en asocio con árboles, se les recomienda hacer uso de hojarasca de búcaro como fertilizante natural, ya que sus hojas contienen aproximadamente de 3 a 4 % de nitrógeno, enriqueciendo los suelos.

Se recomienda la aplicación de urea al cultivo de banano en la etapa de desarrollo, porque en esta etapa el cultivo demanda este nutriente para un mejor crecimiento.

Se debe realizar estudios de este tipo, orientados principalmente en la medición de los rendimientos productivos en banano Gros Michel, con el uso de hojarasca de búcaro, urea, potasio como fertilizantes edáficos.

Utilizar la hojarasca de búcaro como fertilizante natural no solo en la variedad de banano Gros Michel, si no también evaluarlo en otras variedades y en otras zonas del país que presenten diferentes condiciones edafoclimáticas.

Realizar las prácticas de manejo (Deshije y Deshoje), ya que producen incremento en el crecimiento vegetativo de las plantas, debido a que los nutrientes que van a ser aprovechados por el hijo y por las hojas deterioradas, no funcionales, serán trasladados directamente a la planta madre, así mismo el deshoje permite higiene en la plantación.

## XII. BIBLIOGRAFIA

- Acero, (1985). Árboles de la Zona Cafetera, Ediciones fondo Cultural Cafetero. Bogotá.
- Anderson. L, (1998). Musaceae, en K. Kubitzki, Las familias y géneros de plantas vasculares. IV Las plantas con flores.
- APEN (2008). (Asociación de Productores y Exportadores de Nicaragua). Comercialización de plátanos.
- Averruz. B, Fornos. L, Rodríguez. C. (2008). Evaluación de cuatro tipos de fertilizantes con diferentes tipos de siembra en el cultivo de plátano (*Musa ssp*) en etapa de desarrollo en la finca Buena Vista en el segundo semestre del 2008, Matagalpa. 17p.
- Beer J. Ibrahim. Somarriba, E Barrance, A. Leakey R. (2004). Establecimiento y manejo de arboles en sistemas agroforestales. Capitulo 6.Arboles de Centroamérica. OFI-CATIE. 46p.
- Bene. J, (1977). Historia de la Agroforesteria citado por Petit, 2007.
- Bioversity International, (2011). Proyecto mejorando la producción y mercadeo de bananas en cafetales con árboles de pequeños productores, utilización de recursos, vida de los suelos. Selección de cultivares y estrategias de mercado, presentado a GTZ/BMZ, 35 Pág.
- Bongers. T, (1990). The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. Oecological 83: 14-19.
- Bustamante, M. (2001). Manejo del cultivo de plátano, Editorial Zamorano. Primera Edición. Zamorano.

- Castellón, J. (2011). Proyecto mejorando la producción y mercadeo de bananos en cafetales con árboles de pequeños productores. Utilización de los recursos, vida de los suelos, selección de cultivares y estrategias de mercado.
- CATIE (2010). (Centro Agronómico Tropical para la Investigación y la Enseñanza). Laboratorio de análisis de suelo, tejido vegetal y aguas.
- Carmona, A. 2008. Pruebas de patogenicidad con hongos biorreguladores sobre estados inmaduros de *Colaspis* sp., bajo condiciones de campo en la zona de Uraba. Trabajo de grado. Universidad Nacional De Colombia Sede Medellín Facultad De Ciencias Agropecuarias Departamento De Ciencias Agronómicas.
- Cayón, G. (2001). Evolución de la fotosíntesis, transpiración y clorofila durante el desarrollo de la hoja de plátano. *Revista Internacional sobre banano y plátano INFOMUSA V-10N-1 Francia*. 12-14 p.
- CENAGRO-INEC, (2001). (Censo Nacional Agropecuario Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censo). Producción de banano.
- Cerdas, R. (2008). Calidad de suelo en plantaciones de cacao (*Theobroma Cacao*), banano (*Musa AAA*) y plátano (*Musa AAB*). (Tesis de Magister Scientiae en Agricultura Ecológica, Escuela de Posgrado, programa de Educación para el Desarrollo y la conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). Turrialba, Costa Rica.
- CIPAV, (1987). Las leguminosas arbóreas, su productividad y valor nutritivo, suplemento ganadero.2:41.

- Chavarría, F. (2007). Modulo de Suelos I para agronomía. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN Managua.
- De Clerck. F, P. Vaast, Soto-Pinto, L., Sinclair, F. (2007): explotaciones agroforestales de café multiestrato, conservación de la biodiversidad y la productividad del café: ¿Qué sabemos en segundo lugar? Simposio Internacional, multiestrato, Sistemas Agroforestales con cultivos perennes, CATIE, 2007.
- Dochez. C, Speijer, P. R.; Hartman, J.; Vuylsteke, D.; De Waele, D. (2000). Cribado de híbridos de Musa para la resistencia a *Radopholus similis*. InfoMusa. 9(2): 3-4.
- Dorado. A, (2009). Fundación Biodiversidad. Madrid-España. En línea [www.fundacion-biodiversidad.es](http://www.fundacion-biodiversidad.es) Consultado 25 agosto 2011.
- Fagian. M, Tapia. A, (2007). Ficha del cultivo de banano. Estación experimental d cultivos tropicales-INTA, Yuto-Jujuy.
- FAO. (1999). (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).
- Esquivel. B, (2010). Caracterización de la producción de banano en asocio con café y banano en 15 lotes de productores-investigadores de la comunidad Monterrey – Jinotega en el periodo comprendido de Mayo- Julio.
- Gauhl. F, 1994. Epidemiology and Ecology of Black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* Morlet) on Plantain and Banana (*Musa* spp.) in Costa Rica, Central America. Ph. D. dissertation, Universität Göttingen, 1989. (translated to English from German by INIBAP, Montpellier, France). 120 pp.
- Gold. C, S.; Gemmill B. (1991). Biological and Integrated Control of Highland Banana and Plantain Pests and Diseases: Proceedings of a Research Coordination Meeting. Cotonoun, Benin. 1993. Memoria. 447 pp.

- González. H, (2008), Cultivo del banano. Encarnación Itapúa Paraguay, en línea [contacto@sectorproductivo.com.py](mailto:contacto@sectorproductivo.com.py).
- Hwang. S, Ko. W. (2004). Cavendish banana cultivar resistant to Fusarium wilt acquired through somoclonal variation in Taiwan. The American Phytopathological Society.88 (6): 580-587.
- IICA, (1989). Guía técnica para el cultivo del plátano. P. 1-24. Serie de publicaciones miscelánea 434.
- IICA, 2004. Cadena agroindustrial del plátano, Managua, Nicaragua. 57p.
- INFOAGRO, (2011).Variedades de banano en Nicaragua. en línea [www.infoagro.com/rutas frutas/tropicales/ platano.htm](http://www.infoagro.com/rutas_frutas/tropicales/platano.htm) consultado 11 de mayo 2011.
- INFOAGRO, (2006).Variedades de banano en Nicaragua. en línea [www.infoagro.com/rutas frutas/tropicales/ platano.htm](http://www.infoagro.com/rutas_frutas/tropicales/platano.htm) consultado 11 de mayo 2011.
- INTA. 1997. Guía tecnológica # 16, Musáceas. Editorial, IMPASA. Managua, Nicaragua. 68 p.
- MAGFOR, (2009). (Ministerio Agropecuario y Forestal) Delegación Territorial Dir. Estadísticas MAGFOR. Producción de banano en Nicaragua.
- Martínez. G, (2001). Instructivo sobre el cultivo de plátano en los Llanos Orientales. CORPOICA, Villavicencio, Meta.
- Merchán. V, M.; (2003). Manejo integrado del Moko en cultivos de banano y plátano. p. 183-184 In: Taller Manejo convencional y alternativo de la Sigatoca negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de las Musáceas. (2003, Guayaquil, Ecuador). Programa y resúmenes. MUSALAC/INIBAP/FUNDAGRO.

- Molina, J y Martínez, M. (2004). Comportamiento agronómico y fenológico del cultivar plátano Cuerno (Musa AAB) propagado a través de la técnica de reproducción acelerada de semilla en dos localidades del departamento de Chinandega. Tesis de Ingeniero agrónomo Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria. Managua Nicaragua.
- Moreno. J, (2009). Identificación y Manejo Integrado de plagas en Banano y Plátano, Magdalena y Urabá. Colombia.15p. ISBN. 978-958-99167-0-4.
- Nair, (1985). Historia de la Agroforesteria, 61p.
- Ortiz. R, López. A, Ponchner. S, Segura. A, (1999), El cultivo del banano, EUNED, San José Costa Rica, 186p.
- Orozco. C, R. (1999). Curso de actualización tecnológica en el cultivo del plátano: Memorias. CORPOICA - PRONATTA. Unguía Chocó.
- Palencia. R, Martin. J, (2006), Manejo sostenible del cultivo d plátanos, CORPOICA, Corporación Colombiana de investigación agropecuaria
- Poisson. RA, (1976) "Tipo Nematelmintos", en PP, Grassé, RA. Poisson y O. Tuzet (eds.), Zoología 1, Invertebrados. Toray-Masson, Barcelona. 277-293 p.
- Ravic. M, (2005). Production of high-quality composts of horticultural purposes: a mini review. HorTech. 15(1):52-57.
- Reyes, C.P. (1990). El plátano y su cultivo, Agt. Editorial México D, F. Tercera Edición. 460 p.
- Rice and Word, (1996). Citado por Bioversity International. Proyecto mejorando la producción y mercadeo de bananas en cafetales con árboles de pequeños productores, utilización de recursos, vida de los suelos.

Selección de cultivares y estrategias de mercado, presentado a GTZ/BMZ, 3 p.

- Romero. R, (1998). Taller internacional sobre producción en banano orgánico y/o ambientalmente amigable. El control de la Sigatoka Negra en producción de banano orgánico. EARTH, Guácimo, Costa Rica. Memorias. INIBAP. p. 138-151.
- Rosales. C, Santín. F, Martínez. M, Tapia. E (2006). Manejo e implementación de sistemas agroforestales. Informe Ecuador, modulo IV, pag.23.
- Salazar. M, (2006). Requerimientos para el cultivo de banano, 12p.
- Schibli. C, (2001): Percepciones de Familias Productoras y USO Sobre el Manejo de Sistemas agroforestales café con, en El Norte de Nicaragua; Agroforestería en Las Américas, Vol. 7 N ° 28, 2000, pp. 8-14.
- Soguilon. C, E.; Magnaye, L. V., Natural, M. P. 1998. Enfermedad “BUGTOK” en banano. Hoja divulgativa No. 6. INIBAP, Montpellier, Francia.
- Soto. M, 2002. Banano, cultivo y comercialización. San José, Costa Rica. 1 disco compacto, 8mm.
- Sotomayor. S, Kandi Albrecht y Puri Swamy, 2008, Agroforesteria, pp. 46.
- Suárez . M Kanninen. M, (2004). Estimación de la biomasa aérea total en arboles de sombra y plantas de café en sistemas agroforestales, en Matagalpa, Nicaragua usando modelos alométricos. Agroforesteria en las Américas, N°41-4.
- Suatence. P, Somarriba. E, Harvey. C, Finegan, B, (2004). Diversidad de escarabajos estercoleros en el bosque y en cacaotales con diferentes estructuras y composición florística en Salamanca. Agroforesteria en las Américas. N° 41-42, Costa Rica.

Vargas. J, (2011). Antecedentes del banano y /o plátanos en línea Monografias.com/trabajos 73/antecedentes-banano/ Plátano- antecedentes, 2011.

Yeates. G, Bongers, T.; de Goede GM.; Freckman DW. Georgieva SS. (1993). Feeding habits in soil nematode families and genera –an outline for soil ecologists. *Journal of nematology* 25 (3): 315-331.



# ANEXOS



**Anexo 2. Fotografías ilustrativas en el proceso de investigación.**



**Parcela experimental**

**Corte de hojarasca da búcaro**



**Hojas de búcaro aplicadas**



**Vivero de Búcaro**



**Encintando las plantas**



**Tomando datos de altura**



**Deshojando**



**Tomando datos de altura**



**Recolectando muestras de suelo**

**Peso de muestras en laboratorio**



**Secando muestras de suelo**



**Muestra de suelo seco**



**Muestra seca**



**Árbol de Búcaro florecido**

