



Efectos de Fuentes de Fertilización Nitrogenada Orgánica en el Proyecto de Banano Orgánico de la Universidad EARTH

Marco Antonio Mamani Huamachi

Proyecto de Graduación
para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo
con el grado académico de
Licenciatura en Ciencias Agrícolas

Guácimo, Limón, Costa Rica

2011

La Universidad EARTH certifica que el Proyecto de Graduación titulado

**Efectos de Fuentes de Fertilización Nitrogenada Orgánica en el
Proyecto de Banano Orgánico de la Universidad EARTH**

Presentado por

Marco Antonio Mamani Huamachi

**Reúne las condiciones para obtener el título de Ingeniero Agrónomo
con el grado académico de Licenciatura**

Decano



Guillermo Navarro, Ph.D.

Asesor



Roque Vaquero Morris, M.Sc.

Diciembre 2011

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi familia que siempre me apoyaron y me guiaron durante ciclo universitario. A Jeannie que me dio todo el apoyo. Mis hermanas que confiaron en mí y nunca dejaron de estar a mi lado.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por haberme brindado salud, sabiduría y la fuerza suficiente para culminar con éxito mi carrera universitaria.

Agradecer a Dios por darme la vida y poder dejar huellas en la gente los que quiero, a los profesores de la EARTH que me brindaron sus apoyos.

Agradecer a mi familia y a Jeannie por la oportunidad de venir a estudiar a la universidad EARTH, fueron la fuerza para poder logara mi objetivo de mi vida.

También a mi asesor Roque donde es un excelente profesor y Moisés Soto por la inspiración que me brindo.

Resumen

Con la finalidad de mejorar la fertilización nitrogenada orgánica del cultivo de banano, en el año 2010, en la Universidad EARTH se inició un experimento para evaluar el efecto de tres abonos sobre el crecimiento y producción del cultivo. El diseño fue en bloques completos al azar (cuatro tratamientos y cuatro repeticiones). Cada unidad experimental consistió de 33 plantas, identificándose 10 de ellas para la evaluación. Los tratamientos fueron: compost (1,47 % de N), harina de soya y alfalfa (17 % de N), harina de sangre (13,66 % de N) y el testigo. La primera fase de este trabajo (2010) midió el efecto sobre el crecimiento de las plantas de la primera generación y en esta segunda fase, el efecto sobre la producción de la primera generación y el crecimiento de plantas de la segunda generación. No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) para las variables número de manos, peso del racimo, peso del pinzote y merma. Para el grado de la fruta, se encontró diferencias significativas ($p < 0,05$), la harina de sangre mostró el mayor valor, significativamente mayor que multicompost, pero similar a los otros tratamientos. En plantas de la segunda generación no se detectaron diferencias significativas ($p > 0,05$) para la altura de la planta, el número de manos predesmane y el número de hojas; el mismo comportamiento tuvo el contenido de nutrientes a nivel foliar. La circunferencia del pseudotallo y la altura del hijo muestran diferencias significativas ($p < 0,05$), el multicompost resultó mayor que la harina de sangre, pero similar a los otros tratamientos.

Palabras clave: Abonos nitrogenados, abono orgánico, banano orgánico, crecimiento, nitrógeno, producción

Abstract

In 2010 at EARTH University, an experiment was begun to evaluate the effect of three fertilizers on growth and crop production, with the aim of improving the organic nitrogen fertilization of the banana crop. The design was completely randomized (four treatments and four repetitions). Each unit consisted of 33 experimental plants; 10 of them were selected for evaluation. The treatments were: compost (1.47 % N), soybean meal and alfalfa (17 % N), blood meal (13.66 % N) and the control. The first phase of this work (2010) measured the effect on the growth of plants from the first generation, and in the second phase, the effect on the production of the first generation and the growth of plants in the second generation were measured. There were no significant differences ($p>0.05$) for the variable number of hands, bunch weight, weight of the stem and waste. To the grade of the fruit, there were significant differences ($p<0.05$), the blood meal showed the greatest value, which was significantly higher than multi-compost, but similar to other treatments. On plants of the second generation no significant differences were detected ($p>0.05$) for the height of the plant, the number of bunches, the uniformity and the number of leaves; the same behavior produced the same nutrient content as the leaf. The circumference of the pseudo-stem and the height of the second generation plant growth showed significant differences ($p<0.05$). The multi-compost turned out to be higher than the blood meal, but similar to other treatments.

Key words: Nitrogenous fertilizers, compost, organic bananas, growth, nitrogen, production

Lista de Contenido

Página

Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	v
Resumen	vii
Abstract.....	viii
Lista de Contenido	ix
1 Introducción.....	1
2 Objetivos	4
2.1 Objetivos Específicos	4
3 Materiales y Métodos.....	5
3.1 Descripción General del Proyecto de Banano Orgánico	5
3.2 Descripción del Manejo de las Prácticas del Cultivo	5
3.2.1 Control de malezas	5
3.2.2 Deshoje de sanidad	6
3.2.3 Deshije	6
3.2.4 Desmane	6
3.2.5 Embolse.....	6
3.2.6 Cosecha	6
3.3 Descripción del Experimento.....	6
3.3.1 Diseño experimental	6
3.3.2 Descripción de los tratamientos	7
3.4 Evaluación del Efecto de los Tratamientos.....	10
3.4.1 Variables de producción de la primera cosecha.....	10
3.4.2 Características del racimo	10
3.4.3 Variables de crecimiento de la segunda generación	11
3.4.4 Nutrientes en la planta y el suelo	11
3.5 Análisis Estadístico	13
4 Resultados y Discusión.....	14
4.1 Variables de Producción de la Primera Cosecha.....	14
4.1.1 Características del racimo	14
4.1.2 Calibre de la fruta	15
4.1.3 Merma	15
4.1.4 Ratio	16
4.2 Variables de Crecimiento de la Segunda Generación	16
4.2.1 Altura de la planta.....	16
4.2.2 Altura del Hijo	17
4.2.3 Circunferencia de la planta	17
4.2.4 Numero de Hojas.....	17

4.2.5	Numero de manos predesmane.....	18
4.3	Nutrientes en la Planta y el Suelo.....	19
4.3.1	Contenido de nutrientes en la planta.....	19
4.3.2	Contenido de nutrientes en el suelo.....	20
4.4	Conclusiones.....	20
4.5	Recomendaciones.....	21
5	Lista Referencias Bibliográficas.....	22
6	Anexos.....	24
6.1	Anexo1. Comportamiento Mensual de la Lluvia, Temperatura, Humedad Relativa y Radiación Solar en el Proyecto Banano Orgánico de la Universidad EARTH.....	24
6.2	Anexo 2. Precipitación Promedio Mensual, durante el Experimento 2010 a 2011, Proyecto de Banano Orgánico, Universidad EARTH.....	25
6.3	Anexo 3. Efecto de los Tratamientos sobre la Primera Cosecha del Experimento, Valores Medios por Tratamiento y Bloque.....	26
6.4	Anexo 4. Efecto de los Tratamientos sobre las Variables de Crecimiento Evaluadas en Plantas de la Segunda Generación del Experimento, Valores Medios por Tratamiento y Bloque.....	27
6.5	Anexo 5. Comportamiento del Nitrógeno Foliar en Plantas de la Primera y Segunda Generación, Experimento de Fertilización Nitrogenada.....	28

1 Introducción

El área cultivada con banano en Costa Rica alcanzó 43 031 hectáreas en el año 2010, lo cual revela un aumento del 1,02% con respecto al año 2009. El ingreso de exportación en el año 2010 alcanzó un valor de \$728 millones, un 16,1% más con respecto al 2009 (Corbana, 2010). Según Sánchez (2009), la estrategia de los productores costarricenses es concentrar la producción en aquellos suelos más aptos para el cultivo, abandonando los menos productivos.

La fertilización ha jugado un papel muy importante para mantener la adecuada productividad del cultivo de banano altamente tecnificado en Costa Rica. Las altas productividades mantenidas en el país a través de los años se deben al buen manejo de la fertilización (López, 1998). La fertilización del cultivo de banano en Costa Rica se basa en Nitrógeno y Potasio debido a que son los elementos más importantes al manejar un programa de fertilización en este cultivo. Sin embargo, se ha demostrado que el uso de otros elementos se hace necesario para brindar a la planta las mejores condiciones nutricionales (López, 1998). El banano requiere que los nutrimentos estén disponibles en el suelo ya que es una planta de rápido crecimiento y para obtener una producción económicamente rentable y sostenida, depende de la posibilidad de devolver al suelo los nutrimentos que son extraídos en cada cosecha, por medio de la adición de fertilizantes (Soto, 1990).

Los conceptos modernos de nutrición y manejo de la fertilización en banano, particularmente los procedimientos de diagnóstico, han sido factores que han permitido obtener rendimientos altos y rentables. Estos conceptos se han desarrollado con el trabajo y apoyo de todos los que de una u otra forma han estado involucrados en la producción bananera a través del tiempo. La utilización de estos conceptos en el manejo de la plantación es cada vez más importante, particularmente en la actualidad cuando la rentabilidad de las operaciones bananeras ha tenido una reducción significativa (Espinoza y Mite, 2008).

A partir de los trabajos de investigación realizados sobre nutrición y fertilización del cultivo de banano, se ha logrado desarrollar y proponer niveles críticos con respecto al contenido de nutrientes en el área foliar (Lahav y Turner, 1992). De acuerdo a Martínez (1995), estos estándares pueden cambiar dependiendo de las condiciones ambientales. Sin embargo, esta información es una buena herramienta de diagnóstico que ayuda en el manejo de la nutrición, particularmente si se toman en cuenta los síntomas visuales de deficiencia. Por otro lado, se han conducido múltiples esfuerzos locales para ajustar los rangos de concentraciones estándares en diferentes condiciones ambientales, buscando llegar a una recomendación específica, para los diversos lugares donde se produce banano.

La deficiencia de N es frecuentemente corregida con una variedad de fertilizantes nitrogenados. Sin embargo, el manejo de la nutrición nitrogenada dependerá de la respuesta esperada y de otros factores como clima y los otros nutrientes que limitan el crecimiento. De acuerdo a Bertsch (1995), las dosificaciones foliares son muy variables y dependen mucho de la formulación que prepare la casa comercial. La fertilización foliar debería usarse como un complemento a la fertilización del suelo, para propiciar una mejor utilización de la misma. Según Lahav y Turner

Efectos de Fuentes de Fertilización Nitrogenada Orgánica en el Proyecto de Banano Orgánico

(1992), generalmente se utilizan alrededor de 250 kg/ha-año de N, pero en algunos países utilizan mayor cantidad.

Los análisis de suelos y los análisis foliares han demostrado ser buenas herramientas de diagnóstico a través de los años, particularmente con el afinamiento logrado en los diversos sitios donde se los utiliza. Sin embargo, era necesario tratar de relacionarlos para poder utilizar las dos herramientas en forma coordinada. Esto cobra importancia al observarse las obvias relaciones entre los nutrientes en el suelo y en la planta de banano. La experiencia ha demostrado que en la interpretación de los análisis foliares no debe tenerse en cuenta solamente un nutriente, sino más bien se deben tener en cuenta las relaciones entre nutrientes. Además, es necesario tener en cuenta que en ciertas ocasiones se presentan factores que pueden afectar la normal absorción de nutrientes. Condiciones como salinidad, mal drenaje o compactación pueden confundir el diagnóstico (CORBANA, 1999).

En el cultivo de banano se presentan comúnmente antagonismos y sinergismos entre nutrientes que a menudo tienen efectos sobre el rendimiento. La relación antagónica más estudiada es la existente entre K, Ca y Mg (Lahav y Turner, 1992). Cuando el contenido de alguno de estos nutrientes es muy alto se reducen los contenidos de los otros y esta condición provoca problemas en el crecimiento y rendimiento de la planta (CORBANA, 1999).

Uno de los factores más importantes en la producción agrícola es el costo de la fertilización, siendo, a su vez, uno de los factores más limitantes para obtener una alta producción. El cultivo de banano presenta altos requerimientos nutricionales, debido a su rápido crecimiento y al volumen de materia seca que acumula durante su ciclo vegetativo (Soto, 2008).

En el proyecto experimental para la producción de banano orgánico de la Universidad EARTH, en el año 2010 se inició un experimento para evaluar el efecto de tres fuentes de nitrógeno, harina de sangre, compost, y harina de soja y alfalfa, sobre los niveles de absorción de nitrógeno y sobre las variables de crecimiento de la planta de banano. Las fuentes orgánicas utilizadas en este experimento fueron: compost elaborado por la empresa agro comercial de la Universidad EARTH a partir de desechos de banano y microorganismos eficientes (1,47 % \pm 0,60 % de N), harina de sangre (13,66 % de N) que se encuentra comercialmente en el país y un producto fertilizante comercial preparado a base de harina de soja y alfalfa (17 % de N), (Alfaro 2010). El diseño experimental consistió en un arreglo en bloques completos al azar con cuatro tratamientos (tres abonos y un testigo) y cuatro repeticiones.

Los resultados obtenidos en el primer año del experimento (2010) mostraron que durante el periodo de evaluación, el compost aportó mayor cantidad de nutrientes: 54,25 kg/ha de N, 1176,57 kg/ha de C, 7,01 kg/ha de P, 160,17 kg/ha de K y 24,36 kg/ha de Ca. No obstante, los resultados de los análisis foliares mostraron que se logró superar el rango crítico de contenido de N en las hojas de las plantas de banano en todos los tratamientos. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para las variables de altura, circunferencia, número de hojas e índice de área foliar. Las plantas que recibieron el compost

presentaron mayor biomasa radicular a 10 cm de profundidad ($1,83 \text{ g/dm}^3$), mostrando diferencias estadísticamente significativas ($p=0,0013$) con los otros tratamientos.

Con este trabajo se da continuidad a dicho experimento que consistió en la aplicación de las tres fuentes de fertilización orgánica mencionadas, evaluándose los efectos sobre las variables de producción de la primera generación de las plantas del experimento y el efecto sobre las variables de crecimiento de la segunda generación.

2 Objetivos

Evaluar los efectos de tres fuentes de fertilización nitrogenada orgánica sobre la producción de banano de la primera cosecha del experimento y sobre el crecimiento del cultivo y la absorción de nitrógeno en la segunda generación.

2.1 Objetivos Específicos

- Comparar los efectos de las fuentes de fertilización nitrogenada orgánica sobre las variables de producción de la primera cosecha de este experimento.
- Evaluar la nutrición del cultivo y las variables de crecimiento de las plantas de banano de la segunda generación del experimento.
- Recomendar la fuente más conveniente para la fertilización orgánica nitrogenada.

3 Materiales y Métodos

Con el propósito de encontrar una fuente adecuada para la fertilización orgánica nitrogenada, se continuó desarrollando este experimento en el proyecto banano orgánico ubicado en un terreno que se encuentra a una altitud media de 40 msnm en el Bloque 2 de la finca comercial del banano de la Universidad EARTH. El sitio está localizado en Las Mercedes de Guácimo, provincia de Limón en la Región Atlántica de Costa Rica.

Durante el período que duró este experimento (Enero 2010 a Agosto 2011), la temperatura promedio mensual fue de 24,5 °C, con un valor mínimo mensual de 22,2 °C y máximo de 26,1 °C; la humedad relativa promedio mensual fue de 87,3 % (variación entre 84,5 % y 93,7 %). La radiación solar promedio mensual registrada fue de 13,5 MJ/m² (8,6 MJ/m² a 16,8 MJ/m²). La lluvia promedio mensual durante este mismo período fue de 249,2 mm (mínimo de 67,2 mm y máximo de 518,2 mm); en el período Enero a Diciembre de 2010 la lluvia total fue de 3176,5 mm y durante el período Enero a Agosto de 2011, 1806,8 mm (Earth 2011). Los datos a nivel mensual se presentan en el Anexo 1. El Anexo 2 muestra la gráfica del comportamiento de la lluvia a través del período mencionado.

3.1 Descripción General del Proyecto de Banano Orgánico

El proyecto experimental de banano orgánico de la Universidad EARTH dio inicio en el año 2008 y posee un área de siembra de aproximadamente 3,0 ha divididas en cuatro sistemas de siembra. El experimento que se ha continuado con este trabajo fue establecido en el sistema denominado "Banano-frutales", mismo que está subdividido en seis parcelas o módulos de 18,92 m por 46,50 m cada uno. Las plantas de banano utilizadas en el mismo pertenecen al subgrupo Cavendish, cv Williams. Cada módulo consiste de dos sectores con tres hileras de cultivo cada uno; el área sembrada con banano está bordeada por tres hileras de plantas leguminosas, una de *Erythrina berteroana*, una de *Cratylia argentea* y una de *Flemingia macrophylla*. Al centro de cada módulo se sembró una hilera de frutales conformada por plantas de Rambután (*Nephelium lappaceum*) y de Toronja rosada (*Citrus paradisi*).

3.2 Descripción del Manejo de las Prácticas del Cultivo

En este proyecto se realizan varias prácticas agrícolas de manejo y mantenimiento del cultivo; las principales labores son: el control de malezas, la fertilización, el deshije, la deshoja de sanidad, el control de enfermedades, el embolse de la fruta y la cosecha. Además se realizan otras labores como la poda de las especies leguminosas, el mantenimiento de los arbustos para tutorado del cultivo y el mantenimiento de los frutales.

3.2.1 Control de malezas

Se realiza de forma mecánica utilizando una cortadora de cuerda (motoguadaña) y en forma manual con machete; el control se efectúa con una frecuencia de cada seis semanas.

3.2.2 Deshoje de sanidad

Esta labor se realiza como una práctica preventiva para el control de enfermedades como la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*). Haciendo uso de machete y deshojadora se quitan las hojas dobladas, maduras, secas, se despuntan o quitan partes de las hojas que muestran un grado severo de ataque por la enfermedad.

3.2.3 Deshije

Esta práctica se realiza con el objetivo de seleccionar la planta sucesora con mejor desarrollo y posicionamiento en la plantación. Generalmente se escoge el hijo que esté expuesto a suficiente luz solar, que conserve el alineamiento original de la plantación y se evite la competencia con los hijos de plantas aledañas.

3.2.4 Desmane

El desmane consiste en la eliminación de una a tres de las últimas manos del racimo dado que éstas generalmente no alcanzan el tamaño comercial; esto induce una mejor distribución de los productos del metabolismo en las manos que permanecen en el racimo.

3.2.5 Embolse

La práctica de embolse se realiza semanalmente y consiste en proteger la fruta con una bolsa de polietileno perforada, la cual está impregnada con extractos orgánicos a base de chile, ajo y azufre, con el fin de proteger el racimo del ataque de insectos, de los daños relacionados con raspones, las quemaduras en el epicarpio por el roce de las hojas dobladas y el proceso de corte y acarreo. Además tiene otros beneficios como la protección contra cambios bruscos de temperatura, el mejoramiento de la apariencia del fruto en cuanto a coloración y brillo, mejora el crecimiento de los frutos, principalmente los de la primera mano, y reduce el periodo de floración a cosecha.

3.2.6 Cosecha

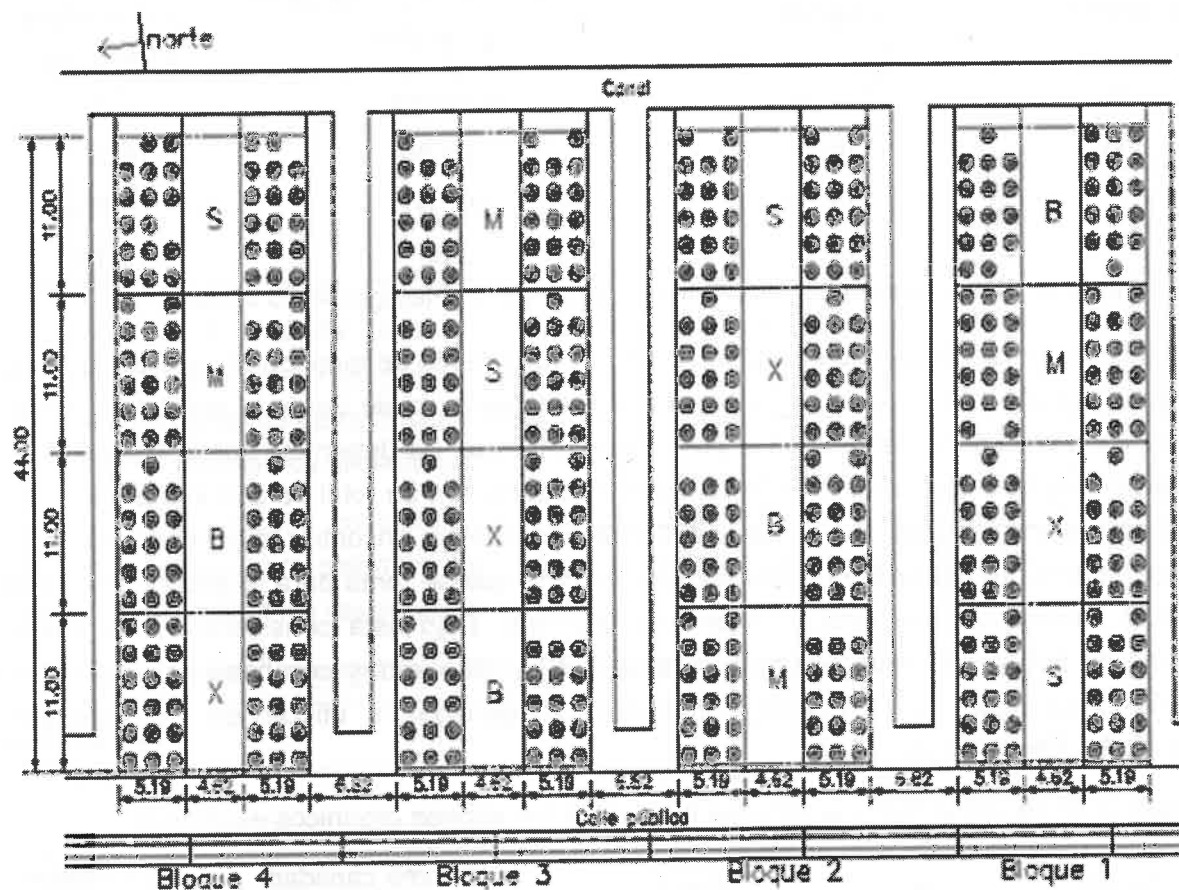
En este proyecto se cosecha cada semana y se lleva un control de la edad de la fruta colocando cintas de color al momento del embolse de los racimos. Se cortan las frutas con una edad de 11, 12 o 13 semanas, momento en el que las mismas ya han alcanzado el grosor o calibre deseado. Haciendo uso de una "chuz" ensamblada en una vara y un machete, el cortador procede a cortar la fruta, se deja caer suavemente la planta a modo que el racimo quede a la altura del trabajador "conchero", el cual transporta la fruta hasta el cable vía; la fruta se protege colocando almohadillas entre las manos para evitar daños por el roce durante el transporte hacia la planta de empaque; una vez en el cable vía los racimos son transportados por un tractor aéreo hasta la planta empacadora

3.3 Descripción del Experimento

3.3.1 Diseño experimental

El experimento se realizó con un diseño experimental de bloques completos al azar (Figura 1), el cual consistió de cuatro tratamientos (Harina de Sangre, Compost, Multicompost y el Testigo), con cuatro repeticiones, para un total de 16 unidades experimentales. Cada unidad

experimental está conformada por 30 a 34 de plantas de las cuales se etiquetaron 10 plantas a las que se les dio seguimiento para realizar las evaluaciones consideradas en el experimento.



• Plantas de banano usadas para las evaluaciones.

Figura 1. Distribución de los tratamientos del experimento (B: compost, M: harina de soya y alfalfa, S: harina de sangre y X: testigo).

3.3.2 Descripción de los tratamientos

3.3.2.1 Dosis utilizada por tratamiento

Se evaluaron los cuatro tratamientos con seis repeticiones cada uno, con un total de 16 parcelas experimentales. Desde el inicio del experimento, los tratamientos se aplicaron mensualmente; las aplicaciones iniciaron en abril 2010 y finalizaron en agosto 2011. Los tratamientos utilizados y sus respectivas dosis se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Dosis de los tratamientos utilizados en el experimento.

Tratamiento †	Área por parcelas (m ²)	Fertilización total por parcelas (kg/ha-año)	Fertilización mensual por Planta (kg)
B	114,18	9595,60	8,427
M	114,18	162,60	0,143
S	114,18	863,61	0,759
X	114,18	0,00	0,00

† B: compost; M: harina de soya y alfalfa, S: harina de sangre y X: testigo (Alfaro 2010).

Para establecer las dosis que se utilizaron en el experimento se tomó como referencia el costo de la fertilización nitrogenada en la producción convencional de banano, ajustando las dosis para tener costos congruentes con la producción orgánica. Se determinó que la finca comercial de banano de la universidad EARTH utiliza el nitrógeno con un total de 350 kg/ha-año, con un costo equivalente de US\$ 351.75/ha-año (Alfaro, 2010). Para encontrar la dosis adecuada para el experimento, se consideró un incremento de 24 % que se toma para la diferencia de precio entre el banano convencional y el banano orgánico. Bajo esta consideración, la inversión máxima de fertilización nitrogenada fue de US\$ 436.17/ha-año, y con base en este costo se calculó la cantidad de fertilizantes orgánicos nitrogenados a utilizar en los tratamientos (Cuadro 2) (Alfaro, 2010).

Cuadro 2. Dosis anual máxima para las fuentes de los abonos orgánicos evaluados.

Fuente	N	Precio		Máxima cantidad del producto	Aporte máximo de nitrógeno
	%	CRC/kg	US\$/kg †	kg/ha-año	kg/ha-año
Harina de sangre	13,66	278,00	0.51	863,61	117,97
Harina de soya y alfalfa	17,00	1475,00	2.68	162,64	27,65
Compost‡	1,47 ± 0,60	25,00	0.05	9595,65	141,06

† Basado en el precio del dólar a 550 CRC.

‡ Se considera dato promedio para referencia de valores de nitrógeno para compost (Alfaro 2010).

3.3.2.2 Composición de los productos utilizados

Harina de sangre

La harina de sangre se obtiene a partir de los desechos de sangre en el proceso de matanza de ganado vacuno y porcino y constituye un abono de gran valor siendo su principal componente el N, con un contenido de hasta 14 % (Finck, 1988). El resultado del análisis de contenido de nutrientes del producto utilizado en este experimento se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis de harina de sangre. †

Identificación	C	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
	----- % -----						----- mg/kg -----			
Sangre	52,44	13,66	0,63	0,80	1,16	0,14	833	2	15	24

† Alfaro (2010).

Compost

La materia prima utilizada para la preparación del compost usado en el experimento, corresponde a los desechos generados por la empacadora de banano de la Universidad EARTH, como bananos de rechazo y desechos de pinzote de banano adicionándose a estos, aserrín y microorganismos eficientes.

Debido a que el proceso no genera un producto uniforme en contenido de nutrimentos, se realizó un muestreo para determinar el rango de variación de los mismos (Alfaro, 2010); en el Cuadro 4, se muestran los resultados de los análisis.

Cuadro 4. Análisis del compost utilizado como Fuente del Tratamiento B. †

Identificación	C	N	C/N
	----- % -----		
Compost	18,73 a 38,97	0,98 a 2,50	15,59 a 29,57

† Alfaro (2010).

Multicompost (harina de soya y alfalfa)

La soya y la alfalfa son leguminosas fijadoras biológicas de nitrógeno. Según Molina (1975), la harina desgrasada de soya contiene 8,32 % de nitrógeno, en cuanto a harina de alfalfa contiene un 2 % a 2,5 % (Leal, 2004).

Como se puede apreciar en el Cuadro 5, este producto comercial, basado en la harina de soya y de alfalfa, de acuerdo con el fabricante tiene un 17% de nitrógeno.

Cuadro 5. Composición química de la harina de soya y alfalfa (fuente del tratamiento M). †

Elemento	Composición
	----- % -----
Nitrógeno	17,00
Fósforo (P ₂ O ₅)	1,28
Potasio (K ₂ O)	1,07
Calcio (CaO)	0,49
Agua (H ₂ O)	5,00

Elemento	Composición
	-----%-----
Magnesio (MgO)	0,60
Zinc (Zn)	0,01
Hierro (Fe)	0,04
Azufre (SO ₃)	0,03

† Composición química de la harina de soya y alfalfa (ENLASA 2009).

Tratamiento X (testigo)

Para este experimento se identificó como el tratamiento control (X), la práctica usual del área del proyecto que no considera la aplicación de ninguna fuente de fertilización nitrogenada, a excepción de la colocación de los materiales provenientes de las podas de las plantas leguminosas, misma que recibieron también los otros tratamientos.

3.4 Evaluación del Efecto de los Tratamientos

3.4.1 Variables de producción de la primera cosecha

En este experimento una vez cosechados los racimos de las plantas previamente marcadas, se midió el peso de cada racimo y se evaluaron las características de la fruta; posteriormente, ésta fue sometida al proceso normal de post cosecha y empaque.

3.4.2 Características del racimo

Los racimos cosechados de cada unidad experimental fueron pesados en una balanza electrónica, ubicada en la entrada de la planta empacadora de banano de la finca comercial de la Universidad EARTH. Adicionalmente se registró el número de manos de cada racimo y después de la operación de desmane en la empacadora, se tomó el peso del raquis o pinzote.

3.4.2.1 Calibración del dedo central de la segunda mano

Para las evaluaciones relacionadas con ésta variable, se tomó al dedo central de la hilera externa en la segunda mano basal. El instrumento de medición "calibrador", registra la medida del diámetro ó grosor del dedo objeto de la evaluación, en grados. El grado en este instrumento, corresponde a una medida de 1/32 de pulgada (0,79375 mm), según las especificaciones de la compañía fabricante del mismo.

3.4.2.2 Merma

Esta variable se evaluó a partir de los datos relacionados con los defectos de calidad de la fruta durante el proceso de pos cosecha en la planta empacadora. El dato de merma representa la proporción entre el peso de la fruta que no reúne los requisitos establecidos para su comercialización y el peso total de la fruta de cada racimo.

3.4.2.3 Ratio

Es la relación del número de cajas exportables preparadas por cada racimo; se determina a través del número de cajas de 18,14 kg de fruta de exportación que pueden ser completadas por un racimo comercial.

3.4.3 Variables de crecimiento de la segunda generación

Durante los seis meses que se dio seguimiento a este experimento, cada semana se tomaron datos de las variables de crecimiento al momento de la parición de la planta (altura de madre, circunferencia del pseudotallo, número de hojas y altura del hijo). Adicionalmente se realizó el conteo de manos potenciales del racimo de cada planta.

3.4.3.1 Altura de la planta

La altura de la planta madre se midió desde el nivel del suelo hasta la base visible del raquis, utilizando una cinta rígida graduada.

3.4.3.2 Altura del hijo

La altura del hijo se midió desde el nivel del suelo hasta el punto de emisión de la última hoja u hoja más joven, específicamente en la "V" formada por las dos últimas hojas enteras emitidas.

3.4.3.3 Circunferencia de la planta

Esta variable se midió con una cinta flexible a una altura aproximada de 1,0 m con respecto a la base del corno de la planta. La circunferencia del pseudotallo se considera como una de las variables indicadoras del vigor de la planta.

3.4.3.4 Numero de hojas

Al igual que las otras variables, el conteo de las hojas de la planta se realizó al momento de la parición. El número de hojas que tiene la planta es este estadio, es importante para el futuro desarrollo del fruto.

3.4.3.5 Numero de manos

Después de la labor de embolse y desmane, se procedió a contar el número total de manos del racimo previo al desmane (manos potenciales).

3.4.4 Nutrientes en la planta y el suelo

3.4.4.1 Contenido de nutrientes en la planta

Se recolectaron muestras foliares en todo el proceso del experimento; las muestras fueron tomadas en el momento de la floración de la planta madre para tener datos de los niveles de absorción de nitrógeno de cada unidad experimental. De acuerdo a Soto (1990), la toma de muestras foliares se debe realizar en el momento de la floración de las plantas, el cual es cuando las hojas cuentan con el mayor contenido de nitrógeno. Basándose en el método de muestreo establecido para plantaciones bananeras, estas muestras se tomaron en la hoja número tres de las plantas, en una banda de 10 cm de ancho a ambos lados de la nervadura central (Ortiz, 1999).

Efectos de Fuentes de Fertilización Nitrogenada Orgánica en el Proyecto de Banano Orgánico

Los análisis se realizaron en el laboratorio de suelos y aguas de la Universidad EARTH. La determinación de elementos mayores y menores, excepto N y P, se hizo por absorción atómica; el equipo utilizado fue el AAnalyst 700 de Perkin Elmer. El método utilizado fue por incineración y posterior extracción con ácido clorhídrico 1 Normal. El P se determinó por colorimetría y para el N se utilizó el método de Dumas con el analizador CN (Analyzer 2400) de Perkin Elmer.

Los resultados de las investigaciones realizadas por Lahav y Turner (1992) señalan los niveles críticos de los diferentes elementos en la planta de banano a partir de los cuales es posible recomendar las dosis de los diferentes nutrientes requeridos para suelos con diferentes niveles de fertilidad. En todos los países productores de banano en América Latina se ha conducido abundante investigación para ajustar los niveles críticos en cada zona en particular. Para este trabajo se utilizaron como base para la interpretación de los análisis foliares, los niveles críticos establecidos en el trabajo de Lahav y Turner presentados en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Niveles críticos en diferentes tejidos de plantas de banano completamente desarrolladas. †

Nutrientes	Hoja 3	
	Lamina	Nervadura Central
N (%)	2,6	0,65
P (%)	0,2	0,08
K (%)	3,0	3,0
Ca (%)	0,5	0,5
Mg (%)	0,3	0,3
Na (%)	0,005	0,005
Cl (%)	0,6	0,65
S (%)	0,23	0,00
Mn (mg/kg)	25	80
Fe (mg/kg)	80	50
Zn (mg/kg)	18	12
B (mg/kg)	11	10
Cu (mg/kg)	9	7
Mo (mg/kg)	-	-

† Fuente: Lahav y Turner (1992). Datos basados principalmente en investigación con la variedad Cavendish Enano. Algunos valores difieren en otros cultivares.

3.4.4.2 Contenido de nutrientes en el suelo

Al final del experimento se hicieron muestreos en el suelo de cada uno de los tratamientos con el fin de caracterizar sus propiedades químicas y comparar posibles diferencias que hubiesen podido ocurrir como efecto de las aplicaciones de los productos utilizados. Las muestras se tomaron en un patrón de zigzag tomando ocho puntos en cada parcela experimental, luego se realizó la técnica del cuarteo para homogenizar, teniendo 16 muestras en total para su análisis

(cuatro por cada tratamiento). Para la toma de las muestras se utilizó un barreno de tubo tipo hoffer y bolsa plásticas.

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de suelos de la Universidad EARTH. Se utilizó el extrantante Olsen modificado para los elementos Cu, Fe, Zn, Mn, P y K; para el Ca y el Mg se utilizó la extracción con KCl 1 Normal. Para la determinación de K, Cu, Fe, Zn, Ca y Mg se utilizó el espectrofotómetro de absorción atómica, AAnalyst 700 de Perkin Elmer y el P se determinó por colorimetría.

3.5 Análisis Estadístico

Los datos de todas las variables recabados durante el período que duró el experimento fueron analizados estadísticamente con el modelo de análisis de la varianza (ANOVA) para un diseño de bloques completos al azar, el cual responde a la siguiente ecuación:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + e$$

Donde

Y_{ij} : valor de la variable.

μ : media general.

T_i : efecto del tratamiento.

B_j : efecto del bloque.

e : error experimental.

Para determinar las diferencias entre los efectos de los tratamientos sobre los valores medios de las variables de nutrición del cultivo y las variables biométricas, se aplicó la prueba DGC ($p \leq 0,05$) del programa estadístico InfoStat (Di Rienzo, 2010).

4 Resultados y Discusión

4.1 Variables de Producción de la Primera Cosecha

En el Anexo 3. Se presenta un resumen de los resultados promedio por tratamiento y por bloque para cada una de las variables evaluadas en el experimento. Los resultados de los análisis estadísticos se comentan en los siguientes numerales.

4.1.1 Características del racimo

En el Cuadro 7 se muestran los resultados del peso medio del racimo proveniente de las plantas cosechadas en las diferentes parcelas de cada uno de los tratamientos. El análisis estadístico no detectó diferencias significativas entre los mismos ($p=0,6402$).

Cuadro 7. Promedio de peso del racimo de la primera generación.

Tratamiento †	Peso medio del racimo (kg)	n
B	14,15 a	33
M	13,57 a	32
S	14,80 a	27
X	14,95 a	35

† B: compost; M: harina de soya y alfalfa, S: harina de sangre y X: testigo; n= número de plantas evaluadas.

El Cuadro 8 presenta el valor medio del número manos por racimo proveniente de las parcelas experimentales de cada tratamiento; el análisis estadístico realizado para la comparación de los valores medios por tratamiento, señala que no existe diferencias significativas entre los mismos ($p=0,2638$).

Cuadro 8. Valores medios de números de manos por racimo de la primera generación.

Tratamiento †	Numero de manos	n
B	6,72a	33
M	6,84 a	32
S	6,55 a	27
X	6,57 a	35

† B: compost; M: harina de soya y alfalfa, S: harina de sangre y X: testigo n= número de plantas evaluadas.

‡ Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

En el Cuadro 9 se presenta los valores medios del peso de pinzote, cuyo análisis estadístico indica que para esta variable no existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p=0.4496$).

Cuadro 9. Peso promedio del pinzote de los racimos en la primera generación.

Tratamiento †	Peso del pinzote (kg)	n
B	2,11 a	31
M	2,03 a	27
S	2,25 a	25
X	2,27 a	35

† B: compost; M: harina de soya y alfalfa, S: harina de sangre y X: testigo; n= número de plantas evaluadas.

4.1.2 Calibre de la fruta

Para el grado o calibre de la fruta medido en el dedo central de la segunda mano basal se realizó el análisis estadístico de comparación de los valores medios de los tratamientos; este análisis indica que existen diferencias significativas ($p=0.0258$), siendo el tratamiento de harina de sangre el que presentó los valores más altos para esta variable, tal como se muestra en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Valores medios del grado de la fruta de la primera generación.

Tratamiento †	Grado de la fruta	n
B	40,48 ab	31
M	39,08 b	27
S	40,79 a	25
X	40,27 ab	35

† B: compost; M: harina de soya y alfalfa, S: harina de sangre y X: testigo n= número de plantas evaluadas.

4.1.3 Merma

En el Cuadro 11 se muestra los resultados del valor medio medio correspondiente al valor de la merma (fracción de fruta no aprovechable) de los racimos correspondientes a cada tratamiento. El análisis estadístico para la comparación de los valores medios por tratamiento, no refleja diferencias significativas entre las variables ($p=0,4206$).

Cuadro 11. Valores de merma de la fruta de la primera generación.

Tratamiento †	Merma (%)	n
B	0,31 a	31
M	0,36 a	27
S	0,22 a	25
X	0,31 a	35

† B: compost; M: harina de soya y alfalfa, S: harina de sangre y X: testigo; n= número de plantas evaluadas.

4.1.4 Ratio

En el Cuadro 12 se presenta la relación de cajas de 18,14 kg por racimo de la primera generación; se realizó el análisis estadístico de comparaciones de los valores medios por tratamiento y se determino que no existe diferencias significativas ($p=0,6076$) para esta variable.

Cuadro 12. Número de caja de 18,14 kg por racimo de la primera generación

Tratamiento †	Ratio (caja/racimo)	n
B	0.48 a	31
M	0.46 a	27
S	0.56 a	25
X	0.51 a	35

† B: compost; M: harina de soya y alfalfa, S: harina de sangre y X: testigo; n= número de plantas evaluadas.

4.2 Variables de Crecimiento de la Segunda Generación

En el Anexo 4 se presenta un resumen de los resultados promedio por tratamiento y por bloque para cada una de las variables de crecimiento de las plantas de la segunda generación evaluadas en el experimento. Los resultados de los análisis estadísticos se comentan en los siguientes numerales.

4.2.1 Altura de la planta

En la Figura 2, se presenta el promedio en la altura de la planta a la floración en la segunda generación, pudiéndose notar valores muy semejantes entre los tratamientos. El análisis estadístico de comparación de los valores medios por tratamiento indica que no existen diferencias significativas entre tratamiento ($p=0,2689$).

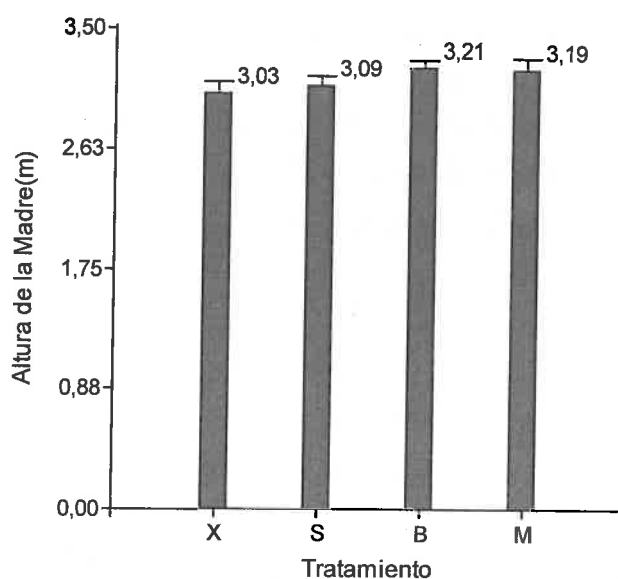


Figura 2. Altura promedio de la planta a la floración en la segunda generación.

4.2.2 Altura del Hijo

En el Cuadro 13 se presenta el promedio de altura de los hijos al momento de la floración de la planta madre. El análisis estadístico de comparación de los valores medios de los tratamientos, indica que existen diferencias significativas ($p=0.0116$) para esta variable, siendo el tratamiento de multicompost el que muestra el mejor comportamiento.

Cuadro 13. Altura promedio del hijo de la tercera generación.

Tratamiento †	Altura de Hijo(m)	n
B	1,55 ab	28
M	1,74 a	33
S	1,38 b	33
X	1,49 ab	29

† B: compost; M: harina de soya y alfalfa, S: harina de sangre y X: testigo; n= número de plantas evaluadas.

4.2.3 Circunferencia de la planta

En el Cuadro 14 se presenta el promedio de la circunferencia de la planta madre a la floración en la segunda generación. Al realizar el análisis estadístico de comparación de los valores medios por tratamiento se determinó que hay diferencias estadísticas significativas ($p= 0,0040$) para esta variable, siendo el tratamiento de multicompost el que muestra el valor más alto.

Cuadro 14. Promedio de circunferencia de la planta madre a la floración de la segunda generación.

Tratamiento †	Circunferencia de la planta (cm)	n
B	69,87 ab	26
M	70,87 a	33
S	64,99 b	33
X	67,27 ab	29

† B: compost; M: harina de soya y alfalfa, S: harina de sangre y X: testigo; n= número de plantas evaluadas.

4.2.4 Numero de Hojas

La comparación de los valores medios del número de hojas al momento de la floración de la planta madre en la segunda generación se muestra en la Figura 3. El análisis estadístico de comparación de los valores medios por tratamiento no detectó diferencias significativas ($p=0,1652$) para esta variable.

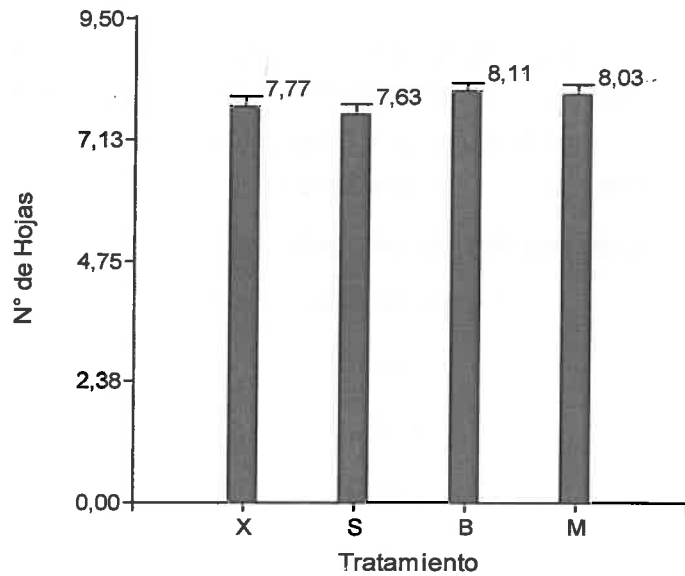


Figura 3. Promedio de numero de hojas de la planta madre a la floración en la segunda generación.

4.2.5 Numero de manos predesmane

En la Figura 4 se presenta el promedio de las manos predesmane de la segunda generación. Al realizar el análisis estadístico de comparación de los valores medios por tratamiento se determinó que no existen diferencias significativas ($p=0,1423$) para esta variable.

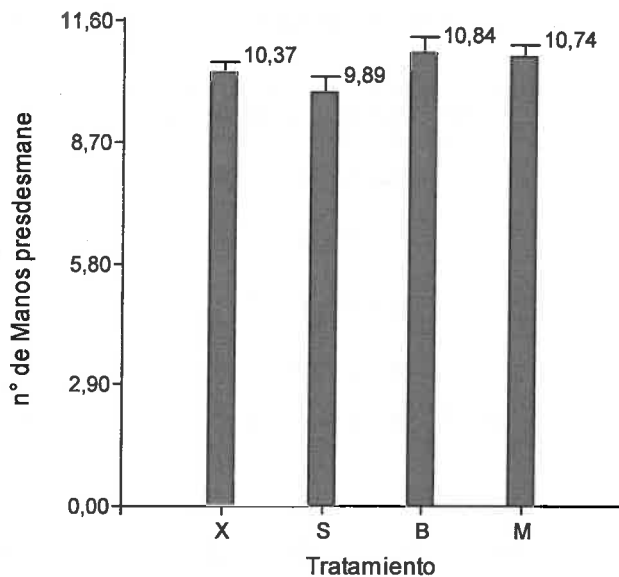


Figura 4. Promedio de numero de manos predesmane de la planta de la segunda generación.

4.3 Nutrientes en la Planta y el Suelo

4.3.1 Contenido de nutrientes en la planta

4.3.1.1 Nitrógeno

En el Cuadro 15 se presentan los datos del contenido promedio de N en la hoja número tres al momento de la emergencia floral de la segunda generación. Tal como se aprecia en esta información, el contenido de N en la hoja # 3 para todos los tratamientos está por debajo del nivel crítico de 2,6 % establecido por Lahav y Turner (1992). El análisis estadístico no muestra diferencias significativas en el contenido de nitrógeno entre los tratamientos ($p=0,1528$).

Cuadro 15. Contenido de Nitrógeno en la tercera hoja de planta de banano de la segunda generación; prueba de Tukey. †

Tratamiento †	% de Nitrógeno	n
B	2,53a	4
M	2,29 a	4
S	2,49 a	4
X	2,43 a	4

† B: compost; M: harina de soya y alfalfa, S: harina de sangre y X: testigo; n= número de plantas evaluadas.

Adicionalmente se realizó una comparación del contenido de nitrógeno en muestras tomadas al inicio del experimento (Enero 2010), al finalizar la primera etapa con la evaluación de crecimiento de las plantas de la primera generación (Agosto 2010) y al finalizar la segunda etapa que evaluó el crecimiento de plantas de la segunda generación (Agosto 2011). El comportamiento del contenido de nitrógeno en los tratamientos y en cada uno de los muestreos indicados se presenta en el Anexo 5. El análisis estadístico no muestra diferencias significativas entre los tratamientos para el contenido de nitrógeno en ninguno de las tres fechas de muestreo: Enero de 2010 ($p=0,1105$), Agosto de 2010 ($p=0,6144$) y Agosto de 2011 ($p=0,1528$). Además se realizó un análisis para las diferencias del contenido de N entre fechas para cada tratamiento y tampoco se revelan diferencias estadísticamente significativas para los tratamientos; los resultados fueron: entre Enero y Agosto 2010 ($p=0,0911$), entre Enero 2010 y Agosto 2011 ($p=0,1271$) y entre Agosto 2010 y Agosto 2011 ($p=0,9754$).

4.3.1.2 Otros elementos

El contenido foliar de Mg y de Ca están por encima de los niveles críticos señalados en el Cuadro 6, los cuales son de 0,3 % y 0,2 %, respectivamente; los contenidos de P y K, están por debajo de los valores críticos establecidos por Lahav y Turner (1992) que corresponden a 0,2 % y 3 %, respectivamente.

De acuerdo al análisis estadístico de comparación de los valores medios por tratamiento (Cuadro 16) se encontró que no existen diferencias significativas para las variables. El análisis de varianza señala los siguientes valores para las comparaciones: K ($p=0,3763$), P ($p=0,9048$), Ca ($p=0,6813$), Mg ($p=0,1898$).

Cuadro 16. Contenido de nutrientes en la tercera hoja de la planta de la segunda generación; prueba de Tukey. †

Nutrientes (%)	Tratamientos †			
	B	M	S	X
K	2,61 a	2,42 a	2,44 a	2,52 a
P	0,16 a	0,17 a	0,14 a	0,16 a
Ca	0,54 a	0,51 a	0,55 a	0,55 a
Mg	0,41 a	0,41 a	0,39 a	0,39 a

† B: compost; M: harina de soya y alfalfa, S: harina de sangre y X: testigo.

4.3.2 Contenido de nutrientes en el suelo

En el Cuadro 17 se aprecia los resultados de la comparación de los contenidos de nutrientes en las muestras de suelo tomadas en los diferentes tratamientos. De acuerdo al análisis estadístico de comparación de los valores medios por tratamiento, no existen diferencias significativas para las variables de Ca ($p= 0,8722$), Mg ($p= 0,5080$), P ($p= 0,5438$), Fe ($p= 0,8100$), Cu ($p= 0,2385$), Mn ($p= 0,4363$). En cambio, para la variable K si existen diferencias significativas ($p= 0,0364$), siendo el tratamiento del compost el que refleja el mayor valor.

Cuadro 17. Contenido de nutrientes en el suelo, al final del experimento 2011; prueba de Tukey. †

Nutrientes	Tratamientos †			
	B	M	S	X
K (mg/kg)	1,13 a	0,84 ab	0,75 b	0,91 ab
Ca (mg/kg)	1,88 a	1,86 a	2,00 a	2,10 a
Mg(mg/kg)	2,22 a	1,93 a	1,74 a	1,95 a
P (mg/kg)	18,90 a	14,85 a	17,70 a	18,05 a
Fe (ppm)	93,25 a	89,25 a	80,75 a	87,25 a
Cu (ppm)	8,50 a	10,75 a	8,00 a	7,75 a
Mn (ppm)	0,75 a	3,00 a	1,75 a	5,50 a

† B: compost; M: harina de soya y alfalfa, S: harina de sangre y X: testigo; n= numero de planta evaluadas.

4.4 Conclusiones

Las variables de producción de la primera generación (numero de manos, peso del racimo,* peso del pinzote y el valor de la merma) no muestran diferencias estadísticas significativas ($p>0,05$) entre los diferentes tratamientos utilizados en este experimento. La única variable que mostró diferencia estadística significativa ($p<0,05$) es el grado de la fruta; según el análisis, el tratamiento de harina de sangre muestra el mayor valor y es significativamente mayor que el de multicompost, pero se asemeja a los valores de los otros dos tratamientos.

En cuanto al comportamiento del crecimiento de las plantas de la segunda generación, las variables correspondientes a la altura de la planta, el número de manos predesmane y el número de hojas, no muestra diferencias estadísticas significativas ($p>0,05$). Las variables circunferencia del pseudotallo y altura del hijo, muestran que hay diferencias estadísticas significativas; para estas variables el tratamiento multicompost resultó con mayores valores que la harina de sangre, pero similar a los otros dos tratamientos.

El diagnóstico nutricional, reflejado en el análisis de los tejidos foliares de las plantas de banano de la segunda generación de este experimento, sugiere que la dosis utilizada, con los tres suplementos nitrogenados orgánicos utilizados, no tuvo mayor efecto en el contenido de nitrógeno de la hoja, dado que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre plantas que recibieron los tratamientos evaluados.

A partir de los resultados de este trabajo y en vista que todos los tratamientos tuvieron un comportamiento similar en los efectos sobre las variables evaluadas, cualesquiera de ellos puede ser utilizado en el manejo del área, incluyendo el tratamiento testigo que no consideró aplicación adicional de nitrógeno, a excepción del nitrógeno aportado por las podas de las leguminosas que se realiza en toda el área de cultivo.

4.5 Recomendaciones

Evaluar la fruta de la segunda generación para verificar si existe alguna relación entre la mayor vigorosidad de la planta reflejada con el tratamiento de multicompost y las características de la fruta.

Con base en los resultados obtenidos en este experimento, que consideró la aplicación de nitrógeno utilizando tres fuentes diferentes para suplir las necesidades del cultivo en el proyecto banano orgánico de la universidad EARTH, se recomienda continuar la búsqueda y pruebas con otros productos nitrogenados orgánicos para ser evaluados en el área de este proyecto.

En vista que el tratamiento testigo tuvo un comportamiento similar a los otros tres, se recomienda continuar con la aplicación superficial de los materiales de las podas de las especies leguminosas y en la medida de lo posible complementar con la aplicación del compost elaborado a partir de los desperdicios de la fruta en la planta empacadora de banano de la universidad EARTH.

Cuadro 16. Contenido de nutrientes en la tercera hoja de la planta de la segunda generación; prueba de Tukey. †

Nutrientes (%)	Tratamientos †			
	B	M	S	X
K	2,61 a	2,42 a	2,44 a	2,52 a
P	0,16 a	0,17 a	0,14 a	0,16 a
Ca	0,54 a	0,51 a	0,55 a	0,55 a
Mg	0,41 a	0,41 a	0,39 a	0,39 a

† B: compost; M: harina de soya y alfalfa, S: harina de sangre y X: testigo.

4.3.2 Contenido de nutrientes en el suelo

En el Cuadro 17 se aprecia los resultados de la comparación de los contenidos de nutrientes en las muestras de suelo tomadas en los diferentes tratamientos. De acuerdo al análisis estadístico de comparación de los valores medios por tratamiento, no existen diferencias significativas para las variables de Ca ($p=0,8722$), Mg ($p=0,5080$), P ($p=0,5438$), Fe ($p=0,8100$), Cu ($p=0,2385$), Mn ($p=0,4363$). En cambio, para la variable K si existen diferencias significativas ($p=0,0364$), siendo el tratamiento del compost el que refleja el mayor valor.

Cuadro 17. Contenido de nutrientes en el suelo, al final del experimento 2011; prueba de Tukey. †

Nutrientes	Tratamientos †			
	B	M	S	X
K (mg/kg)	1,13 a	0,84 ab	0,75 b	0,91 ab
Ca (mg/kg)	1,88 a	1,86 a	2,00 a	2,10 a
Mg(mg/kg)	2,22 a	1,93 a	1,74 a	1,95 a
P (mg/kg)	18,90 a	14,85 a	17,70 a	18,05 a
Fe (ppm)	93,25 a	89,25 a	80,75 a	87,25 a
Cu (ppm)	8,50 a	10,75 a	8,00 a	7,75 a
Mn (ppm)	0,75 a	3,00 a	1,75 a	5,50 a

† B: compost; M: harina de soya y alfalfa, S: harina de sangre y X: testigo; n= numero de planta evaluadas.

4.4 Conclusiones

Las variables de producción de la primera generación (numero de manos, peso del racimo,* peso del pinzote y el valor de la merma) no muestran diferencias estadísticas significativas ($p>0,05$) entre los diferentes tratamientos utilizados en este experimento. La única variable que mostró diferencia estadística significativa ($p<0,05$) es el grado de la fruta; según el análisis, el tratamiento de harina de sangre muestra el mayor valor y es significativamente mayor que el de multicompost, pero se asemeja a los valores de los otros dos tratamientos.

Martínez, FG. 1995. *Elementos de fisiología vegetal : relaciones hídricas, nutrición mineral, transporte y metabolismo*. 1a ed. Madrid (ES) : Mundi-Prensa. 250 p. ISBN-84-7114-493-X.

Sánchez, O. 2009. *Estadísticas de exportación bananera* [en línea]. San José (CO) : CORBANA [consultado 2 marzo 2011]. Disponible en el World Wide Web: <http://www.corbana.co.cr/documentos/estadisticas_2009.pdf>.

Soto, M. 1990. *Bananos : cultivos y comercialización*. 2ª ed. San José (CR) : Litografía e Imprenta LIL. 820 p. ISBN 9977-47-110-X.

Soto, M. 2008. *Bananos : técnicas de producción, manejo pos cosecha y comercialización*. [CD-ROM]. 4ª ed. San José (CR) : Litografía e Imprenta LIL. 1 disco compacto.

Universidad EARTH. 2012. Bases de datos climáticos [Documento en Excel]. Guacimo (CR). Actualizado mensualmente.



6 Anexos

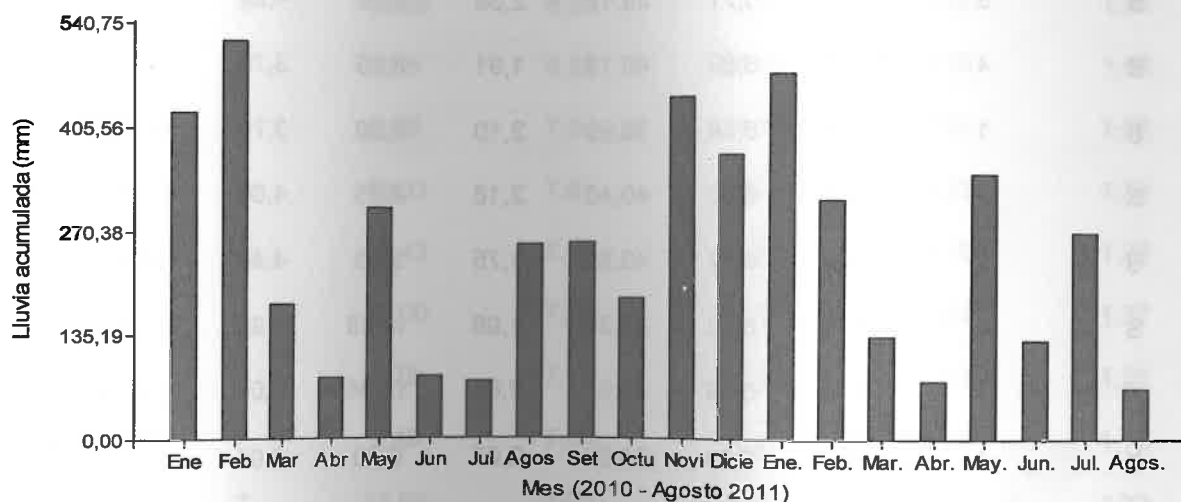
6.1 Anexo1. Comportamiento Mensual de la Lluvia, Temperatura, Humedad Relativa y Radiación Solar en el Proyecto Banano Orgánico de la Universidad EARTH

Año	Mes	Lluvia (mm)	T (°C)	HR (%)	RS (MJ/m ²)
2010	Enero	424,7	23,6	86,6	12,8
	Febrero	518,2	24,3	87,7	11,6
	Marzo	176,2	22,2	93,7	9,9
	Abril	79,7	25,4	85,2	ND
	Mayo	302,9	24,7	87,8	13,8
	Junio	82,4	25,4	87,5	ND
	Julio	74,8	26,1	85,8	ND
	Agosto	255,3	25,5	88,4	16,8
	Setiembre	257,6	24,7	88,0	15,0
	Octubre	185,7	24,7	86,0	13,8
	Noviembre	447,1	23,6	88,6	10,8
	Diciembre	371,9	24,8	89,5	8,6
2011	Enero	475,8	23,0	88,7	12,8
	Febrero	310,7	23,6	87,8	14,7
	Marzo	134,0	23,7	85,3	15,5
	Abril	76,0	24,5	84,5	15,9
	Mayo	345,8	25,0	85,5	15,5
	Junio	128,2	25,4	85,9	13,7
	Julio	269,1	24,8	87,9	13,0
	Agosto	67,2	25,3	85,8	15,2
	Promedio mensual	249,2	24,5	87,3	13,5

Efectos de Fuentes de Fertilización Nitrogenada Orgánica en el Proyecto de Banano Orgánico

Año	Mes	Lluvia (mm)	T (°C)	HR (%)	RS (MJ/m ²)
	Valor mínimo	67,2	22,2	84,5	8,6
	Valor máximo	518,2	26,1	93,7	16,8
	Enero a Diciembre 2010	3176,5			
	Enero a Agosto 2011	1806,8			

6.2 Anexo 2. Precipitación Promedio Mensual, durante el Experimento 2010 a 2011, Proyecto de Banano Orgánico, Universidad EARTH



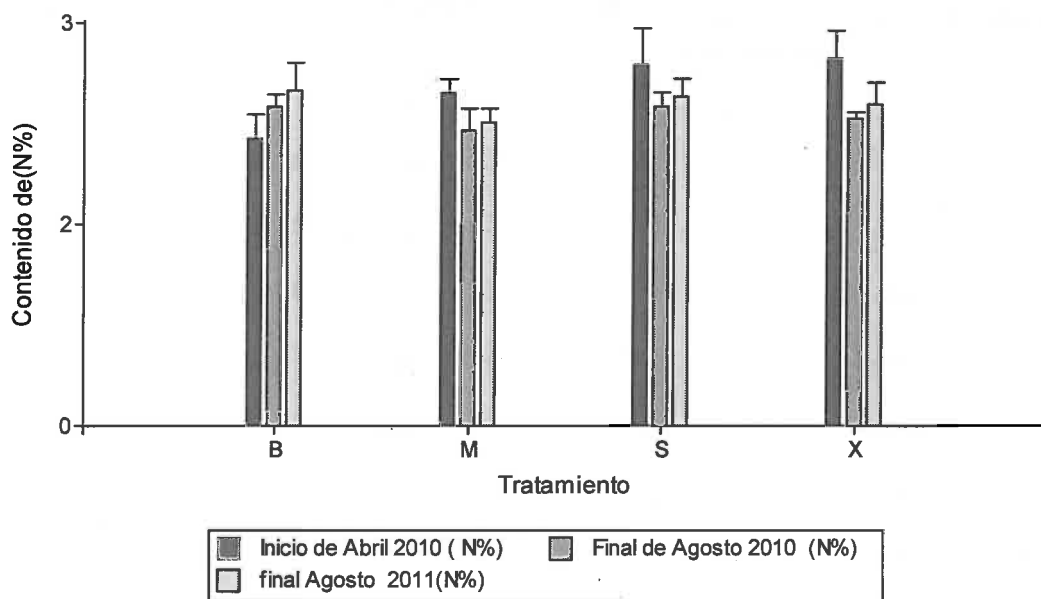
6.3 Anexo 3. Efecto de los Tratamientos sobre la Primera Cosecha del Experimento, Valores Medios por Tratamiento y Bloque

Tratamiento	Bloque	Racimo (kg)	Manos	Grado	Pinzote (kg)	P. Aprov. (kg)	P.No Aprov. (kg)	Ratio (caja/racimo)	Merma (0,00)
M	1	16,87	7,00	40,33	2,13	12,05	5,46	0,648	0,18
M	2	12,66	7,00	37,50	2,27	5,16	2,34	0,277	0,60
M	3	12,75	6,63	39,14	1,91	7,63	3,46	0,410	0,35
M	4	11,78	6,71	39,00	1,86	8,78	3,98	0,472	0,25
B	1	15,97	6,78	41,44	2,24	9,80	4,44	0,527	0,29
B	2	14,20	6,50	40,88	2,00	8,69	3,94	0,467	0,29
B	3	14,53	6,71	39,17	2,38	9,26	4,20	0,498	0,31
B	4	12,31	6,89	40,19	1,91	8,29	3,76	0,446	0,28
S	1	14,09	6,88	38,99	2,10	8,28	3,75	0,445	0,37
S	2	15,71	6,60	40,40	2,18	8,95	4,06	0,481	0,34
S	3	11,40	6,57	40,80	1,75	9,83	4,46	0,528	0,14
S	4	14,75	6,13	41,38	1,98	10,85	4,92	0,583	0,15
X	1	17,75	6,89	41,00	2,63	13,36	6,06	0,718	0,12
X	2	12,85	6,29	39,29	2,07	6,70	3,04	0,360	0,38
X	3	14,02	6,30	39,90	1,89	8,54	3,87	0,459	0,30
X	4	15,19	7,00	40,63	2,61	8,89	4,03	0,478	0,29

6.4 **Anexo 4. Efecto de los Tratamientos sobre las Variables de Crecimiento Evaluadas en Plantas de la Segunda Generación del Experimento, Valores Medios por Tratamiento y Bloque**

Tratamiento	Bloque	Numero de manos predesmane	Numero de Hojas	Circunferencia (cm)	Altura Madre (m)	Altura de hijo (m)
M	1	9,88	7,88	71,75	3,29	2,06
M	2	12,22	8,17	76,22	3,38	1,75
M	3	10,33	7,78	63,89	3,11	1,36
M	4	10,43	8,36	71,86	2,99	1,81
B	1	11,71	7,86	68,43	3,24	1,69
B	2	10,29	7,71	69,29	3,03	1,47
B	3	11,38	8,38	71,38	3,32	1,35
B	4	9,86	8,57	68,00	3,19	1,56
S	1	8,89	7,94	64,17	2,83	1,52
S	2	10,33	7,67	67,22	3,23	1,38
S	3	10,43	7,57	66,43	3,39	1,26
S	4	10,00	7,25	62,38	2,94	1,37
X	1	9,78	7,67	67,16	2,91	1,56
X	2	9,40	7,60	62,80	2,95	1,78
X	3	11,00	8,00	69,33	3,23	1,29
X	4	11,00	7,75	67,33	2,97	1,40

6.5 Anexo 5. Comportamiento del Nitrógeno Foliar en Plantas de la Primera y Segunda Generación, Experimento de Fertilización Nitrogenada



(B = Compost; S = Harina de sangre; M = Multicompost; X = Testigo)