



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL

Trabajo de Graduación

Evaluación de una mezcla de abonos orgánicos versus fertilización sintética sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), El Plantel, Masaya, 2009

AUTORES

Br. José Luis Báez Espinoza
Br. José Roberto Marín López

ASESORES

Dr. Oscar José Gómez Gutiérrez
M.Sc. Digno Marvin Fornos Reyes

Managua, Nicaragua
Noviembre, 2010



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL

Trabajo de Graduación

Evaluación de una mezcla de abonos orgánicos versus fertilización sintética sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), EL Plantel, Masaya. 2009

AUTORES

Br. José Luis Báez Espinoza
Br. José Roberto Marín López

ASESORES

Dr. Oscar José Gómez Gutiérrez
M.Sc. Digno Marvin Fornos Reyes

Presentado a la consideración del Honorable Tribunal
Examinador como requisito para optar el grado de
INGENIERO AGRÓNOMO

Managua, Nicaragua
Noviembre, 2010

ÍNDICE DE CONTENIDO

Página		
	DEDICATORIA	i
	AGRADECIMIENTO	iii
	INDICE DE CUADROS	iv
	RESUMEN	v
	ABSTRACT	vi
I.	INTRODUCCION	
II.	OBJETIVOS	4
III.	MATERIALES Y METODOS	5
	3.1 Ubicación del estudio	5
	3.2 Diseño metodológico	5
	3.3 Manejo agronómico	7
	3.3.1 Preparación del suelo	7
	3.3.2 Siembra	7
	3.3.3 Control de arvenses	8
	3.3.4 Riego	8
	3.3.5 Cosecha	8
	3.4 Variables evaluadas	8
	3.5 Análisis estadístico	9
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	10
	4.1 Resultado de la prueba de t-Student	10
	4.2 Valores promedio de las variables de crecimiento y rendimiento	12
V.	CONCLUSIONES	14
VI.	RECOMENDACIONES	15
VII.	LITERATURA CITADA	16
VIII.	ANEXOS	18

DEDICATORIA

A DIOS y NUESTRA MADRE SANTISIMA, por regalarme sabiduría e inteligencia para lograr uno de mis grandes sueños en mi vida como es culminar mi carrera.

A mi padre, Prof. José Dolores Báez Sánchez, quien fue la persona que me demostró que en la vida uno debe ser valiente, tener espíritu de superación y vencer todo obstáculo que se atravesase en mi vida para cumplir mi meta. "Pa Lolo, lo logré"

A mi madre, Prof. Luisa Amada Espinoza Vallejos, a ella que siempre me dio palabras de aliento, amor y ternura a ella que en momentos difíciles de mi vida me motivo a salir adelante inculcando en mí valores espirituales, gracias ma por ser tan buena y aconsejarme día a día.

A mí hermanita Rita Cristina Báez Espinoza, por ser la persona de inspiración y dedicación para ser un profesional en la vida.

A mis abuelos pa Roberto y Ma Amada (q.e.p.d.), por brindarme sus cuidados y encaminarme durante los primeros años de mi infancia

José Luis Báez Espinoza

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de graduación a DIOS Nuestro Creador Todo Poderoso, por darme sabiduría y fuerzas para salir adelante y superar los obstáculos para cumplir con mis metas.

A mi madre Lucila del Carmen López Vásquez y a mi padre Excequiel Marín, quienes con mucho amor, sacrificio y comprensión han sabido guiarme por el camino del bien y lograr que me convirtiera en un profesional.

A mis hermanos: Emma y Mario Umanzor López, Yelba y Juan Carlos Marín López, por darme su apoyo incondicional y ser fuente de inspiración para superarme y romper barreras, por sus sabios consejos que me permitieron salir adelante y culminar mi carrera.

José Roberto Marín López

AGRADECIMIENTO

A nuestros asesores Ing. Marvin Fornos Reyes y Dr. Oscar Gómez Gutiérrez, por guiarnos y darnos su apoyo incondicional en la realización de este trabajo de tesis.

A mi prima Dra. Doris Charlot Cruz Báez y su esposo Dr. Edwin Montoya, por aconsejarme y brindarme su apoyo cuando lo necesitaba.

A mi novia Nohelia Pérez, por ser una persona muy especial para mí, por compartir conmigo momentos difíciles y buenos durante mi carrera.

A mi hermana Yorleny Báez, ya que de una u otra manera ha colaborado conmigo para llegar a este momento.

A mis tías María Antonia Vásquez, Maribel López y la Sra. Nubia Cano por apoyarme, aconsejarme y animarme a que siguiera adelante cuando me encontraba en momentos difíciles, todo esto me inspiró y permitió que pusiera mi mayor esfuerzo para salir bien en mis clases y poder culminar mi carrera.

A los miembros de la junta directiva de la Asociación Fougères-Somoto los que hicieron posible de que fuéramos apadrinados para culminar nuestra carrera y llevar a cabo la realización de dicho trabajo.

A la Ing. MSc. Isabel Chavarría, por su constante apoyo durante la elaboración de nuestro trabajo de tesis.

A la Sra. Marylena Gutiérrez, técnica del Laboratorio de Fisiología Vegetal de la UNA, por brindarnos su ayuda desinteresada en la etapa de gabinete en la realización de nuestro trabajo. Así mismo, al Sr. Alex Cerrato, técnico del Laboratorio de Entomología de la UNA, por su colaboración en la etapa de campo.

A los Fondo PACI por haber brindado el apoyo económico para la realización de este trabajo investigativo.

A todos los docentes del Departamento de Producción Vegetal (DPV), por su aporte a nuestra preparación durante los cinco años de estudio, especialmente a los docentes miembros del Grupo de Abonos Orgánicos de la Universidad Nacional Agraria.

A nuestros compañeros de grupo por habernos brindado su confianza, amistad y saber que contamos siempre con ellos.

José Luis Báez Espinoza
José Roberto Marín López

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Análisis de suelo del sistema orgánico de la finca experimental El Plantel, 2008 y 2009	5
2	Características químicas de los abonos orgánicos (humus de lombriz, compost y biofertilizante), utilizados en el estudio realizado en la finca experimental El Plantel, 2009	6
3	Características agronómicas de la variedad de maíz NB-6	7
4	Significancia estadística mediante la prueba de t-Student en algunas variables evaluadas en el cultivo del maíz (<i>Zea mays</i> L.). El plantel, Masaya, 2009	10
5	Valores promedios y error estándar de algunas variables evaluadas en el cultivo de maíz sometido a dos fuentes de fertilización, orgánica y sintética, El Plantel, Masaya, 2009	13

RESUMEN

En el mes de mayo del año dos mil nueve se estableció el ensayo en la Finca El Plantel con el objetivo de evaluar el efecto de una mezcla de abonos orgánicos versus fertilización sintética sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). El diseño de campo utilizado fue el de parcelas apareadas, utilizando como tratamientos una mezcla orgánica compuesta por compost, humus de lombriz y biofertilizante y fertilizante sintético (completo y urea 46%) con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron altura de planta, número de hojas por planta, longitud y ancho de la hoja, longitud de mazorcas, diámetro de mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, peso de mil granos y rendimiento. Los datos fueron sometidos a análisis de t Student. Los resultados muestran que no hubo diferencia significativa para las variables evaluadas de crecimiento y rendimiento; sin embargo, el manejo convencional presentó rendimiento con un valor ligeramente más alto de 4300 kg ha⁻¹ contra 4280 kg ha⁻¹ del manejo orgánico.

Palabras claves: Maíz, Diseño de parcela apareadas, fertilización.

ABSTRACT

In May, two thousand nine the test was established in the Villa El Plantel order to evaluate the effect of a mixture of synthetic fertilizer versus organic fertilizers on growth and yield of maize (*Zea mays* L.). The field design used was the paired plots, using an organic mixture treatments consisting of compost, vermicompost and bio-fertilizer and synthetic fertilizer (urea 46% full) with four replications. The variables evaluated were plant height, number of leaves per plant, length and leaf width, ear length, ear diameter, number of rows per ear, number of kernels per row, thousand grain weight and yield. The data were subjected to Student t analysis. The results show no significant difference for the variables evaluated for growth and performance, however, conventional management performance showed a value slightly higher than 4300 kg ha⁻¹ against 4280 kg ha⁻¹ of organic management.

Keywords: Corn, paired plot design, fertilization.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del maíz (*Zea mays* L.), tiene importancia especial, dado que constituye la base de la alimentación en muchos países y ocupa el tercer lugar en la producción mundial después del trigo y el arroz (Parsons, 1991). Como alimento para humanos el maíz suministra el 59 % de la energía requerida y el 39 % de proteína, además, es consumido en diferentes formas como alimento fresco, fermentados y hornados (INTA, 1999).

Según Parsons (1991), el maíz es un cereal que se adapta ampliamente a diversas condiciones ecológicas y edáficas, además es una buena fuente de almidón, pero su contenido de proteína es más bajo que el de otros cereales. También es fundamental en la alimentación animal en forma de forraje, granos enteros, molidos o quebrados, o formando parte de concentrados que son sumamente nutritivos.

Otro dato relevante es su utilidad en la industria ya que se procesa en gran número de productos y subproductos como aceite, celuloide, plásticos, jabón, glicerina, emulsiones, productos medicinales y productos farmacéuticos (Jugenheimer, 1990).

De acuerdo con Bellorín (1993) en Nicaragua la producción de maíz se encuentra en manos de pequeños y medianos productores, los que enfrentan una serie de dificultades entre las que se pueden mencionar problemas económicos, falta de mano de obra y escasez en el abastecimiento de insumos agrícolas. Los grandes productores manejan el cultivo del maíz de forma convencional utilizando todo tipo de productos inorgánicos, los que con el paso del tiempo han provocado el desgaste de los suelos, la contaminación de las fuentes de agua y como una consecuencia más, el rendimiento del cultivo ha venido disminuyendo dentro de sus áreas productivas. Según datos del MAGFOR (2008) el área promedio de producción a nivel nacional es de 294,833 hectáreas con un rendimiento promedio de apenas 620 kg ha⁻¹ durante el periodo 1994-2006. La misma fuente revela que los rendimientos han mostrado una leve recuperación, indicando que para el ciclo agrícola 2008-2009 se cosecharon 316965 hectáreas con promedio de 654 kg ha⁻¹.

Según Altieri (1999) los agroecosistemas modernos a pesar de que han demostrado estar capacitados para mantener una población creciente, diversos estudios demuestran que el equilibrio ecológico en esos sistemas artificiales es más frágil. Este mismo autor menciona que ahora una gran preocupación para algunos investigadores, agricultores y políticos en todo el mundo es la búsqueda de sistemas agrícolas autosuficientes, diversificados y de baja utilización de insumos.

Es por ello que los abonos orgánicos (humus de lombriz, compost, biofertilizante y otros) se han recomendado en aquellas tierras sometidas a cultivo intenso para mejorar propiedades estructurales del suelo (estructura, porosidad, aireación y capacidad de intercambio catiónico) así como para el incremento de microorganismos en el suelo. Todo esto facilita la disponibilidad de nutrientes para la planta (Castellanos, citado por Moraga y Meza, 2005). Los abonos orgánicos al mejorar las propiedades del suelo de forma indirecta contribuyen al incremento de los rendimientos de los cultivos. Se hace necesario, sin embargo, determinar los tipos de abonos orgánicos o la combinación apropiada de ellos para lograr lo antes mencionado.

El humus es una materia homogénea, amorfa, de color oscuro e inodora, es el resultado de la materia orgánica y otros componentes comidos y defecados por las lombrices. Los productos finales de la descomposición del humus son las sales minerales, dióxido de carbono y amoníaco. Además de ser un excelente fertilizante es un mejorador de las características físico-químicas del suelo. El desarrollo ideal de los cultivos, depende en gran medida del contenido de humus del suelo (Morales, 1996).

Según Perdomo (2000), el humus de lombriz contiene un alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos, alta carga microbiana (cuarenta millones por gramo seco), mejora la estructura del suelo, haciéndolo más permeable al agua y el aire, es un fertilizante bioorgánico activo, su pH es ligeramente ácido (6.8-7.5) y se puede aplicar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas. Este mismo autor define que el compost es una mezcla de materia orgánica de distinto origen, microorganismos y elementos minerales propios del suelo. Es producto de un proceso de oxidación biológica, el que se logra a través de estados secuenciales que convierte materia orgánica heterogénea y sólida en partículas finas y homogéneas de humus. Dentro de su composición se pueden encontrar bacterias y hongos que aceleran el desarrollo radicular y los procesos fisiológicos de brotación, floración; agrega material orgánico al suelo, aumenta la permeabilidad y retención de agua de los suelos. Contiene hormonas, sustancias

reguladoras de crecimiento y promotora de las funciones vitales de las plantas se pueden utilizar altas dosis sin contraindicaciones, ya que no daña las plantas.

Se puede afirmar que los efectos benéficos de las enmiendas orgánicas se manifiestan en algunos casos en mayor capacidad de los suelos para producir mejores rendimientos de los cultivos. Obviamente para llegar a conclusiones más sólidas se requieren de investigaciones a mediano y largo plazo, ya que en algunos casos los efectos observados en las características y propiedades del suelo suelen revertirse.

En la actualidad, los bajos rendimientos del cultivo del maíz se deben principalmente a un mal manejo de los componentes del sistema de producción, destacándose la preparación del suelo, las variedades utilizadas son de baja calidad genética, ineficiente control de plagas y enfermedades, densidad de siembra inadecuada, un pobre control de malezas y un excesivo uso de fertilizantes inorgánicos incidiendo negativamente en los rendimientos del grano (Alvarado, 2000).

Estudios realizados por Blessing y Hernández, (2008), demuestran que durante la etapa de crecimiento del cultivo de maíz ambas prácticas (fertilización orgánica y sintética) presentan efecto positivo, de igual manera al comparar el rendimiento y sus componentes observaron que las prácticas de fertilización orgánica favorecieron al cultivo.

Por otro lado, Matheus (2004) encontró que la mejor respuesta del crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz se obtuvo con una mezcla de fertilizante químico y biofertilizante. Los resultados de dicho estudio reafirman los beneficios de los sistemas de fertilización integral y balanceada basada en el uso complementario de fertilizantes orgánicos y minerales.

En vista de los pocos trabajos realizados y la escasa información disponible sobre el uso de los abonos orgánicos de forma separada o mezclados con fertilizantes sintéticos se realizó este trabajo de investigación cuyos objetivos se describen a continuación.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la fertilización orgánica y sintética sobre el crecimiento y rendimiento de la variedad de maíz NB-6 en la Finca El Plantel.

2.2 Objetivo específico

1. Compara algunas variables de crecimiento de la variedad de maíz NB-6 al ser fertilizada con abono 12-30-10 más urea 46% y con una mezcla de abonos orgánicos (humus de lombriz, compost y biofertilizante).
2. Determinar la capacidad de rendimiento de grano de maíz de la variedad NB-6 al ser fertilizada con abono 12-30-10 más urea 46% y con una mezcla de abonos orgánicos (humus de lombriz, compost y biofertilizante).

HIPÓTESIS

En este ensayo se propusieron las siguientes hipótesis.

Hipótesis Nula

El rendimiento de la variedad de maíz NB-6 fertilizada con una mezcla de abonos orgánicos es similar al rendimiento de la misma variedad de maíz, pero fertilizada con abonos sintéticos.

Hipótesis Alternativa

El rendimiento de la variedad de maíz NB-6 varía según se utilice una mezcla de abonos orgánicos o fertilizantes sintéticos.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación geográfica del estudio

El área donde se estableció la presente investigación fue en la finca El Plantel, situada en el kilómetro 42 de la carretera Masaya-Tipitapa, departamento de Masaya. Las coordenadas correspondientes son 12°06'24" latitud norte y 86° 04'06" longitud oeste. La finca se encuentra a una altura de 96 metros sobre el nivel del mar (msnm), la precipitación del lugar es de 800 a 1000 mm anuales y el suelo es franco arcilloso ligeramente ácido.

La estación lluviosa en la zona comienza en mayo y termina en noviembre. Del 85 a 97% de la precipitación anual ocurre durante los meses de Junio y octubre, con un periodo relativamente seco entre Julio y Agosto (canícula).

La temperatura anual promedio de la zona es de 26 °C, con una humedad relativa del 75%. La velocidad media del viento oscila entre 2.1 y 7.1 m/s (INETER, 2008)

Cuadro 1. Análisis de suelo del sistema orgánico de la finca experimental El Plantel, 2008 y 2009

Año	PH	MO	N	P	K	Ca	Mg
	H ₂ O	%	%	ppm	meq/100g	meq/100g	meq/100g
2008	7.18	2.75	0.14	63.25	4.79	27.45	8.46
2009	7.27	2.93	0.15	115.03	4.61	23.43	7.40

Fuente: Laboratorio de suelos y agua UNA (2009)

3.2 Diseño metodológico

El diseño de campo utilizado fue el de parcelas apareadas con cuatro pseudorrepeticiones para cada tratamiento, en el que se estableció el cultivo de maíz bajo dos tratamientos: orgánico y sintético. El área de cada pseudorrepetición fue de 84 m², con dimensiones de 7 m de ancho por 12 m de largo, la distancia entre surco fue de 0.8 m y entre planta de 0.2 m, siendo la parcela útil de 20 m². Cada pseudorrepetición contenía 15 surcos de 7 metros de largo. La separación entre el área orgánica y sintética fue de 21 metros, en la que se sembró el cultivo de caupí, el que sirvió de barrera entre ambos tratamientos.

En este estudio se consideraron los tratamientos siguientes: Fertilización sintética (T₁), en el que se utilizó como fertilizante sintético el abono completo de la fórmula 12-30-10, el cual se aplicó al momento de la siembra incorporado en el fondo del surco, a razón de 271 kg ha⁻¹ y

Urea al 46 % de nitrógeno, aplicándola en banda a los 30 días después de la siembra, en dosis de 168 kg ha⁻¹. El otro tratamiento fue fertilización orgánica (T₂), la que consistió en una mezcla de los abonos orgánicos siguientes (Humus de lombriz + compost + biofertilizante), aplicados de forma manual sobre la superficie del suelo una semana antes de la siembra, a razón de 2727.38 kg ha⁻¹ el primero y 6104.76 kg ha⁻¹ para el segundo, el biofertilizante líquido se aplicó al pie de la planta a los 25 días después de la siembra, con una dosis de 13351 kg ha⁻¹. El porcentaje de cada fertilizante fue; humus de lombriz (45%), compost (45%) y biofertilizante (10%), en donde el cultivo demandaba 100 kg ha⁻¹ de nitrógeno.

Cuadro 2. Características químicas de los abonos orgánicos (humus de lombriz, compost y biofertilizante), utilizados en el estudio realizado en la finca experimental El Plantel, 2009 (sistema orgánico)

Fertilizantes	Características químicas										
	pH	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	%H
	H ₂ O	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	
Humus de lombriz	7,19	2,03	1,09	1,06	0,54	0,64	2,16	50	400	182	48,4
compost	7,26	0,91	0,21	0,54	0,4	0,24	9,82	110	760	67,5	36,5
Biofertilizante		0,41	0,1	0,03	0,13	0,01	276	8,33	48	125	

Fuente: Laboratorio de suelos y agua UNA (2009)

Las dosis aplicadas se determinaron según resultados del análisis de suelo en laboratorio y la demanda del cultivo de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$D = (d - S)/E \times 100$$

Donde:

D: Dosis

d: demanda del cultivo

S: suministro del suelo

E: Eficiencia del cultivo

En esta investigación como material genético de estudio se utilizó la variedad de maíz NB-6. Esta variedad presenta tolerancia al achaparramiento, es de ciclo intermedio con un periodo vegetativo de 110 días, de polinización libre y fue generada por el Programa Nacional del

Maíz del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. En el Cuadro siguiente se presentan las características de la variedad de maíz ante mencionada.

Cuadro 3. Características agronómicas de la variedad de maíz NB-6

Características	Estado
Tipo de variedad	Sintética
Días a flor femenina	56-58
Altura de la planta (cm)	230-240
Altura de la mazorca (cm)	110-120
Forma de la mazorca	Cónica
Textura del grano	Semi dentado
Color del grano	Blanco
Días a cosecha	110-115
Madurez relativa	Intermedia
Cobertura de la mazorca	Buena
Reacción al Achaparramiento	Tolerante
Rendimiento	3885 a 4533 kg ha ⁻¹
Épocas de siembra	Primera y postrerón

Fuente: INTA (2002)

3.3 Manejo Agronómico

3.3.1 Preparación del suelo

Inicialmente se procedió a la limpieza del terreno, la que fue realizada de forma manual, utilizando machete. Un mes antes de la siembra se aró el terreno con tractor. A los 7 y 15 días antes de la siembra se realizaron un pase de grada en cada uno de los momentos antes mencionados. Finalmente, a la siembra, se procedió a la nivelación y rayado de los surcos.

3.3.2 Siembra

La siembra se realizó de forma manual, colocando tres semillas por golpe. La distancia entre surco fue de 0.8 m y entre plantas de 0.20 m. posteriormente a los 15 días después de la siembra, se realizó el raleo de plantas, dejando una planta por golpe para una densidad poblacional final de 62500 plantas por hectáreas.

3.3.3 Control de arvenses

El control de arvenses se realizó de forma mecánica con azadón, cada 15 días hasta que el cultivo cerró calle, garantizando con esto que el cultivo permaneciera libre de arvenses durante todo el ciclo.

3.3.4 Riego

El riego se utilizó de forma complementaria a las precipitaciones en dependencia de los requerimientos hídricos del cultivo.

3.3.5 Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual a los 110 días (dds) tomando como referencia el ciclo de la variedad.

3.4 Variables evaluadas

Durante el crecimiento del cultivo

Las mediciones de estas variables se realizaron a los 20 y 45 días después de emergida la planta. El tamaño de muestra fue de 10 plantas tomadas al azar y ubicadas dentro de la parcela útil.

Altura de planta (cm). Se midió desde la base del suelo hasta el último nudo del tallo muy cerca de la hoja de bandera. El resultado se expresó en centímetros.

Número de hojas por planta. Se contaron las hojas de cada planta muestreada y se promedió el número de hojas por planta.

Ancho de la hoja (cm). Esta variable se midió en la parte media de la hoja la que se tomó de la parte media de la planta.

Longitud de la hoja (cm). Se midió desde la lígula hasta el extremo de la misma hoja.

Durante la cosecha

Se registró información sobre varios caracteres de la mazorca. Todas las variables se midieron en una muestra de 15 mazorcas seleccionadas al azar.

Longitud de la mazorca (cm). Se registró con una cinta métrica tomada desde la base del pedúnculo hasta el ápice de la mazorca. Finalmente los valores se promediaron.

Diámetro de la mazorca (cm). En 15 mazorcas seleccionadas se midió el diámetro de cada una de ellas utilizando un vernier, posteriormente se calculo el valor promedio.

Número de hileras por mazorca. Se contabilizó el número de hileras de cada una de las 15 mazorcas de la muestra y finalmente se promediaron.

Número de granos por hilera. Inicialmente se contó el número de granos por cada hilera. Posteriormente se determino el valor promedio de granos por hilera.

Peso de mil granos (g). Esta variable se determino siguiendo las reglas del ISTA (1995) para lo cual se tomaron 8 réplicas de 100 semillas de cada parcela útil. Después se pesó cada réplica por separado y se calculó el valor promedio. Dicho promedio se multiplicó por diez para obtener el peso de mil granos.

Rendimiento. Esta variable se calculó a nivel de parcela para lo cual se pesó todo el producto (grano) obtenido de la parcela útil y se ajustó el peso al 14% de humedad. Posteriormente los valores se expresaron a kg ha^{-1} .

3.5 Análisis estadístico

Los datos de campo se analizaron empleando la prueba de t-student, usando el programa JMP versión 7.0 (SAS)

El presente trabajo es parte de un estudio proyectado para un período mínimo de cinco años, siendo este el tercer período de evaluación y los resultados, por lo tanto, son preliminares por lo que se consideró no apropiado en este momento la realización del análisis económico de los tratamientos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultado de la prueba de t Student

Los resultados de la prueba de t Student mostraron que el tipo de fertilización (orgánica o sintética) no influyó significativamente en los valores promedios obtenidos tanto en las variables evaluadas durante el crecimiento del cultivo de maíz como en aquellas evaluadas durante la cosecha (Cuadro 2).

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Larios y García (1999) para la variable altura de planta, al evaluar dos tipos de abonos orgánicos (gallinaza y compost) y un fertilizante mineral (12-30-10) en el cultivo de maíz.

Sin embargo, en otros estudios realizados por Arnesto y Benavides (2003) se encontraron diferencias significativas para altura de planta y número de hojas evaluando también fertilización orgánica y fertilización mineral en el cultivo de maíz, en el que la fertilización orgánica resultó estadísticamente mejor que la fertilización sintética.

Cuadro 4. Significancia estadística mediante la prueba de t Student en algunas variables evaluadas en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.). El plantel, Masaya, 2009

Variables	Significancia
Crecimiento	
Altura de planta (cm)	0.63
Número de hojas	0.19
Ancho de hoja (cm)	0.22
Longitud de hoja (cm)	0.12
Cosecha	
Longitud de mazorca (cm)	0.45
Diámetro de mazorca (cm)	0.50
Número de hileras por mazorca	0.50
Número de granos por hileras	0.72
Peso de mil granos (g)	0.75
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	0.97

Clave: cm = centímetro; g= gramos; kg ha⁻¹ = kilogramos por hectárea

Los resultados para los componentes de rendimiento en ambos tratamientos (Cuadro 2), coinciden con los obtenidos por Celiz y Duarte (1996), Espinoza (1999), Larios y García (1999), Cantarero y Martínez (2002), Arnesto y Benavidez (2003), quienes en ensayos similares no encontraron diferencias significativas en componentes de rendimiento como número de hileras por mazorca, número de granos por hilera y número de granos por mazorca.

Por otro lado, Arnesto y Benavidez (2003) encontraron diferencias significativas en las variables diámetro de mazorca y longitud de mazorca, coincidiendo con Warman y Buniselli *et al.*, (1990), los que evaluaron el efecto de la materia orgánica o de productos derivados de esta sobre el crecimiento de la planta o la producción de los cultivos, encontrando un aumento del peso, longitud de mazorca y rendimiento del grano de maíz, superando también a la fertilización sintética.

Blessing y Hernández (2008) durante el segundo año de estudio para comparar el efecto de los fertilizantes orgánicos versus fertilizantes sintéticos en el mismo lugar y con el mismo diseño (Finca El Plantel), encontraron diferencias significativas para las variables longitud y diámetro de mazorca, mostrando superioridad el tratamiento convencional, mientras que el rendimiento fue significativamente mayor con el tratamiento orgánico.

Estos resultados donde los abonos orgánicos han demostrado igualdad o superioridad en el comportamiento de las variables evaluadas, puede deberse a que éstos, según Matheus., (2004) proporcionan un sistema en el cual los nutrientes son reciclados, mejoran el contenido de materia orgánica y propiedades físicas del suelo, especialmente la porosidad con la correspondiente reducción de la densidad aparente y un incremento en la cantidad de nutrimentos disponibles. También mejoran el intercambio catiónico y además de contener N, P, K, aportan otros elementos menores importantes para el buen crecimiento del cultivo. Acuña (2003) señala además que los abonos orgánicos ofrecen la ventaja de restablecer el equilibrio biológico, físico, químico y ecológico del suelo, incrementan la cantidad y diversidad de flora microbiana benéfica y permiten la reproducción de lombrices de tierra. Se consideran fertilizantes de lenta liberación cuya acción se prolonga en el tiempo contribuyendo a mejorar la calidad del medio ambiente y a la producción de los cultivos.

4.2 Valores promedios de las variables de crecimiento y de rendimiento

En el Cuadro 3 se presentan los valores promedios de algunas variables de crecimiento y componentes del rendimiento evaluados en el presente estudio. Aunque no se encontraron diferencias significativas se observa una ligera tendencia de las variables de crecimiento a presentar valores más altos en el manejo con fertilización convencional, a excepción del número de hojas, debido probablemente a que esta variable está estrechamente ligada a características propias de la variedad.

Los componentes del rendimiento evaluados también presentaron comportamiento similar, con valores ligeramente más altos para longitud de mazorca y rendimiento con manejo convencional; el peso de mil granos presentó una tendencia a presentar un valor más alto con fertilización orgánica. El diámetro de mazorca, número de hileras por mazorca y número de granos por hilera presentaron valores iguales para ambos tipos de fertilización.

Estos resultados coinciden con las afirmaciones de algunos autores como Altieri (1995) quien plantea que la superioridad de los abonos orgánicos es apreciable a partir de un tercero a cuarto año de producción. Para este tiempo la producción se estabiliza y los resultados pueden ser casi o igual de buenos que bajo la aplicación de fertilizantes sintéticos. Esto lo confirma Herrán y Sañudo,(2008), quienes concluyen que los buenos resultados para las aplicaciones de abonos orgánicos se esperan a un largo plazo y que el periodo de transición para que un suelo sea orgánico oscila entre los tres y cinco años dependiendo del manejo previo del suelo y los factores medio ambientales.

Otros autores como Pimentel (citado por Lang, 2005) afirman que la agricultura orgánica produce los mismos rendimientos en maíz y soya que la sintética, pero además usa un 30% menos de energía, menos agua y no utiliza pesticidas químicos, de acuerdo a un estudio de 22 años de ensayos de cultivos. Menciona además que provoca menos erosión, mantiene la calidad del suelo y conservan mejor los recursos biológicos que la agricultura sintética. El mismo estudio revela que a pesar de que los rendimientos de maíz orgánico eran 1/3 menores durante los cuatro primeros años, después de esta etapa los rendimientos en los sistemas orgánicos eran superiores, especialmente en tiempo de sequía. Aquí mismo se explica que el viento y el agua degradan el suelo en los sistemas sintéticos, mientras que en los sistemas orgánicos el suelo mejora en materia orgánica, humedad, actividad microbiana y otros indicadores de suelo.

Cuadro 5. Valores promedios y error estándar de algunas variables evaluadas en el cultivo de maíz sometido a dos fuentes de fertilización, orgánica y sintética, El Plantel, Masaya, 2009

Variables de crecimiento	Fertilización			
	Convencional		Orgánico	
	VP	Error	VP	Error
Altura de planta (cm)	51.70	(3.16)	49.36	(3.20)
Número de hojas	5.00	(0.13)	5.00	(0.18)
Ancho de hoja (cm)	2.96	(0.18)	2.61	(0.17)
Longitud de hoja (cm)	31.10	(1.67)	26.46	(1.98)
Variables de cosecha				
Longitud de mazorca (cm)	15.70	(0.22)	15.30	(0.46)
Diámetro de mazorca (cm)	4.80	(0.03)	4.80	(0.09)
Número de hileras por mazorca	14.00	(0.11)	14.00	(0.29)
Número de granos por hilera	31.00	(0.66)	31.00	(0.65)
Peso de mil granos (g)	321.30	(8.61)	327.30	(15.51)
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	4300.00	(238.55)	4280.00	(560.41)

Clave: g = gramos; cm = centímetro; kg ha⁻¹ = kilogramos por hectárea; VP=valor promedio

V. CONCLUSIONES

Según los resultados y argumentos expuestos en el presente trabajo se puede concluir: el uso de diferentes fuentes de fertilización (orgánica y sintética) no afectaron significativamente los valores promedios de las variables de crecimiento, componentes del rendimiento y rendimiento de grano en la variedad NB - 6.

VI. RECOMENDACIONES

En base a lo encontrado en la realización del presente estudio se recomienda:

Determinar en un siguiente ensayo el mejoramiento e influencia de las fuentes orgánicas sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Continuar con los estudios de estos dos sistemas incorporando una parcela testigo para determinar diferencias entre ambos tratamientos.

VII. LITERATURA CITADA

- Acuña, O. 2003. El uso de biofertilizantes en la agricultura. Centro de investigaciones agronómicas de la universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José ; Costa Rica. 75 p.
- Altieri, M. 1999. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. 4ª edición. Editorial Nordan. Comunidad. Montevideo. 73 p.
- Altieri, M. 1995. Agroecología: creando sinergia para la agricultura sostenible. Universidad de Berkeley y Consorcio Latinoamericano de Agroecología y Desarrollo (CLADES). 63 p.
- Alvarado, N. 2000. La fertilización orgánica del cultivo del maíz (*Zea mays* L.), y mejoramiento de tres componentes de su sistema tradicional de producción. UNA. Managua, Nicaragua. 25 p.
- Arnesto, G.; Benavides, A. 2003. Evaluación del efecto de la fertilización mineral y orgánica (Gallinaza) en el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) var. NB-6. Tesis UNA. Managua, Nicaragua. 70 p.
- Bellorín, A. 1993. Influencia de rotación de cultivos y métodos de control sobre la dinámica de las malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos maíz (*Zea mays* L.), Sorgo (*Sorghum bicolor* L), Pepino (*Cucumis sativus* L). Tesis. UNA. Managua, Nicaragua. 41 p.
- Blessing R., D. M.; Hernández M., G. T. 2008. Comportamiento de variables de crecimiento y rendimiento en maíz (*Zea mays* L.) Var. NB-6 Bajo practicas de fertilización orgánica y convencional en la finca El Plantel. Managua. 2007-2008. 28 p.
- Cantarero R., J.; Martinez O., A. 2002. Evaluación de tres tipos de fertilizantes (Gallinaza, estiércol vacuno y un mineral) en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) Tesis EPV- UNA. Managua, Nicaragua. 25 p.
- Celiz G., F. A.; Duarte C., R. J. 1996. Efecto de arreglos topológicos (doble surco) sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) como cultivo principal, en asocio con leguminosas (*Vigna unguiculata* L. Walph.). Tesis UNA Managua, Nicaragua. 37 p.
- Espinoza T, J. 1999. Efecto de diferentes arreglos topológicos de maíz (*Zea mays* L.) y frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) sobre el crecimiento, desarrollo y rendimientos de los cultivos, dinámica de las malezas y uso equivalente de la tierra. Tesis UNA. Managua, Nicaragua. 73 p.
- Herrán, J.; Sañudo, R. 2008. Importance of organic manures. Editorial INE-SEMARNAT. 62 p.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2002. Informe técnico anual. Programa granos básicos. CNIA - INTA. Managua, Nicaragua. 11 p.

- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 1999. Informe técnico anual. Programa granos básicos, CNIA. INTA. Managua, Nicaragua.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INITER). 2008. Registro de datos meteorológicos. Managua, Nicaragua.
- Jugenheimer, R. M. 1990. Maíz, variedades mejoradas. Métodos de cultivo y producción de semilla. México, DF. Editorial Limusa. 841 p.
- Larios., R. C.; García C., M. 1999. Evaluación de tres dosis de gallinaza, compost y un fertilizante mineral en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) var. NB-6. Tesis UNA. Managua, Nicaragua. 92 p.
- Lang., Susan. S. 2005. Agricultura orgánica produce los mismos rendimientos en maíz y soya. Agrupación de agricultura orgánica. Estados Unidos. 8 p.
- Matheus L, J. 2004. Evaluación agronómica del uso de compost de residuos de la industria azucarera (biofertilizante) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Bioagro v.16 n.3 Barquisimeto, Venezuela. 12 p.
- Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR). 2008. Boletín Comercio Agropecuario. Disponible en <http://www.magfor.gob.ni>.
- Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR). 1996. Dirección general de información y apoyo al productor. Edición No. 24. Managua, Nicaragua. 2-6 p.
- Morales, M. 1996. Conservación de suelos y agua. Tragedia especial. Universidad Nacional Agraria. Managua-Nicaragua 154 p.
- Moraga Q., N.; Meza R., I. 2005. Evaluación de dos dosis de fertilizantes orgánicos (gallinaza, estiércol vacuno) y un mineral sobre la dinámica del crecimiento y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-6. Tesis. UNA. Managua, Nicaragua. 43 p.
- Parsons, D. B. 1991. Maíz. Manuales para educación agropecuaria. 1^{ra} reimpresión. México. D.F. 56 p.
- Perdomo, A. 2000. Recomendaciones técnicas acerca del uso de humus de lombriz en los cultivos de ciclo corto: maíz, sorgo y hortalizas. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba 180 p.
- Warman.; Businelli, M. 1990. Aplicaciones del compost da RSV in agricultura, I efecto sulla produttivita del mais desino dei nutrienti e dei muetalli pesanti nel terreno. Agrochimica. 35 p.

VIII. ANEXO

