



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL

Trabajo de Graduación

Efecto de la fertilización orgánica versus fertilización sintética sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), El Plantel, Masaya, 2010

AUTORES

Br. Norberto Benito Olivas Orozco
Br. Fátima Genesaret Ocampo Tercero

ASESORES

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

Managua, Nicaragua
Noviembre, 2012



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

Trabajo de Graduación

Efecto de la fertilización orgánica versus
fertilización sintética sobre el crecimiento y
rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays*
L.), El Plantel, Masaya, 2010

AUTORES

Br. Norberto Benito Olivas Orozco
Br. Fátima Genesaret Ocampo Tercero

ASESORES

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

Presentado a la consideración del honorable tribunal
examinador como requisito para optar al grado
de Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua
Noviembre, 2012



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
SECRETARIA FACULTATIVA**

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria como requisito parcial para optar al título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Miembro del Tribunal Examinador:



Ing. Miguel Ríos
Presidenta



Ing. MSc. Isabel Chavarría Gaitán
Secretaria



Ing. MSc. Juan José Avelares S.
Vocal

Managua, 12 de octubre del 2012

INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE DE CUADROS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1 Ubicación y fechas del ensayo	4
3.2 Diseño metodológico	4
3.3 Material genético	7
3.4 Manejo agronómico	7
3.4.1 Preparación de suelo	7
3.4.2 Siembra	8
3.4.3 Manejo de arvenses	8
3.4.4 Aporque	8
3.4.5 Riego	8
3.4.6 Cosecha	8
3.5 Variables evaluadas	8
3.6 Análisis estadístico	10
3.7 Análisis económico	11
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
4.1 Resultados de la prueba de t Student para las variables de crecimiento y componentes del rendimiento del cultivo del maíz.	13
4.1.1 Efecto de la fertilización orgánica y sintética sobre el acame de la planta.	14
4.1.2 Efecto de la fertilización orgánica y sintética sobre el	15

	rendimiento y algunos de sus componentes.	
4.2	Análisis económico	18
4.2.1	Presupuesto parcial	18
4.2.2	Dominancia	19
4.2.3	Relación beneficio costo	19
V.	CONCLUSIONES	20
VI.	RECOMENDACIONES	21
VII.	LITERATURA CITADAS	22
VIII.	ANEXO	26

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación representa el esfuerzo por alcanzar una de mis metas propuestas en el lapso de mi vida, que es obtener el título de Ingeniero Agrónomo.

Dedico este trabajo a **Dios** padre celestial, que es el ejemplo de esperanza y nos fortalece para continuar en la lucha y ser alguien cada día mejor. Este triunfo es de gran valor para mí por tal manera quiero dedicarlo también a:

Mi madre **María Eugenia Orozco Benavidez** que con mucho sacrificio, amor y cariño me ha sabido guiar por el camino de la honradez, por ser una mujer fuerte, amorosa y perseverante en la que siempre encontré palabras de aliento y cariño, gran influencia de mis principios y valores, gracias a ello pude culminar esta etapa de mi vida, por su confianza y apoyo.

A mi padre **Denis Ramón Olivas Morales**, por darme la fortaleza y poder salir adelante, desde pequeño ha sido para mí un gran hombre maravilloso al que siempre he admirado, gracias por guiar mi vida con energía, esto ha hecho que sea lo que soy. Con amor, admiración y respeto.

Mis hermanas **Kamila Eugenia** y **María Dora Olivas Orozco**, por brindarme un hogar cálido; también a mi hermano **Denis Norberto** a quien admiro mucho, siempre conté con su apoyo incondicional y mi tía **Martha Lorena Olivas Morales**, que es paramí una persona a quien quiero y admiro mucho, gracias por ayudar a culminar con esta etapa de mi vida.

Norberto Benito Olivas Orozco

DEDICATORIA

El amor y las metas son los logros que se alcanzan con mucho éxito en la vida y la confianza en **Dios** sobre todas las cosas.

Dedico este trabajo de graduación primeramente a **Dios** por darme la fortaleza y sabiduría de haber alcanzado una de mis metas propuestas en la vida con mucho sacrificio y abnegación superando todos los obstáculos para seguir adelante para culminar mi carrera.

A mi madre **Oralia Tercero Villalobos**, por darme todo su apoyo incondicional siempre cuando más lo necesito, por brindarme amor, comprensión, y confianza cada día.

A mi padre **Gustavo Ocampo Arcia**, por apoyarme cada día y alentarme en todo momento, por brindarme comprensión.

A mis adoradas hijas **Nasmin Genesaret** y **Kamila Geneali Portillo Ocampo**, por ser motivos de inspiración y cariño para seguir adelante y ser una profesional.

A mi esposo **Kamil Portillo Arauz**, por brindarme su amor y comprensión en los momentos más difíciles.

A mis hermanos **Tyson** y **Gustavo Ocampo Tercero**, **Darling Tercero** y a mis sobrinitos **Jafeth** y **Jalhane** y **Tercero**, por apoyarme siempre y brindarme su amor y comprensión.

Fátima Genesaret Ocampo Tercero

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar queremos agradecer a **Dios** por darnos la vida, sabiduría, llenarnos de fortaleza y la dicha de llegar hasta aquí para poder culminar nuestra carrera y brindarnos este momento de gran importancia cumpliendo una de nuestras metas con éxito.

A nuestros asesores el **M.Sc. Digno Marvin Fornos Reyes** y al **Dr. Oscar José Gómez Gutiérrez**, por darnos la oportunidad de llevar a cabo este trabajo de investigación, por guiarnos, ayudarnos y brindarnos su apoyo incondicional en la realización de este trabajo de tesis.

A nuestros padres por todo su esfuerzo, apoyo y comprensión en todo momento en el transcurso de nuestros estudios.

Al personal del **CENIDA** y hemeroteca por brindarnos su apoyo en todo momento en materiales bibliográficos y de otros recursos requeridos.

A la **M.Sc. María Isabel Chavarría Gaitán**, por ayudarnos en los momentos que se lo solicitamos para elaborar el trabajo de investigación. A la **Sra. Carolina Padilla Ramírez**, Secretaria del DPV, por brindarnos toda su ayuda durante el transcurso de nuestra investigación.

A la Universidad Nacional Agraria (**UNA**), por abrirnos las puertas y enseñarnos el pan del saber, por acogernos y habernos integrado como estudiantes y ahora como Ingenieros Agrónomos en la sociedad.

Norberto Benito Olivas Orozco
Fátima Genesaret Ocampo Tercero

ÌNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Análisis de suelo del tratamiento sintético y orgánico de la finca experimental El Plantel, 2010	5
2	Características químicas de los fertilizantes orgánicos (humus de lombriz, compost, y biofertilizante), utilizados en el estudio, Finca experimental El Plantel, 2010	5
3	Contribución de nitrógeno de las diferentes fuentes de nutrientes utilizadas en este estudio.	6
4	Características agronómicas de la variedad de maíz NB-6.	7
5	Valores promedios y significancia de t Student para las variables evaluadas en el cultivo de maíz sometido a fertilización orgánica y sintética, El Plantel, Masaya, 2010	14
6	Presupuesto parcial de los tratamientos con fertilización sintético y orgánica. Finca El plantel, Masaya 2010	18
7	Análisis de dominancia de los tratamientos con fertilización sintética y orgánica. Finca El Plantel, Masaya. 2010	19

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se estableció entre los meses de octubre 2010 a febrero 2011 en la Finca El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria ubicada en el kilómetro 30 de la carretera Tipitapa-Masaya, con el objetivo de Generar información respecto al efecto de la fertilización orgánica versus sintética en variables de crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz, variedad NB-6 en la finca El Plantel. El experimento fue unifactorial con cuatro parcelas por tratamiento. El área de cada parcela fue de 84 m² en la que la parcela útil estuvo conformada por 10 surcos centrales con un área de 48 m². Se establecieron dos tratamientos: uno sintético aplicando urea al 46% y completo fórmula 12-30-10 y fertilizantes orgánicos (compost, humus de lombriz y biofertilizante líquido). Las variables de crecimiento evaluadas fueron altura de planta, número de hojas, ancho de la hoja, longitud de la hoja, diámetro del tallo, acame de la planta; las de rendimiento fueron número de plantas cosechadas, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, peso de mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, peso de mil granos, y rendimiento. Todas estas variables fueron sometidas a análisis estadístico utilizando la t Student. Los resultados muestran que en las variables de crecimiento se encontró diferencias significativas para acame de la planta, y en las variables del rendimiento se encontró diferencias significativas para peso de mazorca, número de hileras por mazorca y número de granos por hilera. El tratamiento sintético presentó un rendimiento de 2 669.58 kg ha⁻¹, mientras que con el tratamiento orgánico se obtuvo 2 018.60 kg ha⁻¹.

Palabras claves: Maíz, fertilización, unifactorial, variables.

ABSTRACT

The present research was established between the months of October 2010 to February 2011 in the El Plantel, owned by the National Agricultural University located at kilometer 30 of the highway Tipitapa-Masaya, with the aim of generate information the effect organic fertilization versus synthetic growth variables and yield of corn variety NB-6 on the Plantel farm. The experiment was unifactorial with four replicates. The area of each useful plot was 84 m² which consisted of 10 rows with a central area of 48 m². The treatments were: a synthetic fertilization with urea 46% and complete formula 12-30-10, and organic fertilizers (compost, worm castings and liquid biofertilizer). Growth variables evaluated were plant height, number of leaves, leaf width, leaf length, stem diameter, plant lodging; yield variables were plants harvested, ear length, ear diameter, ear weight, number of rows per ear, number of kernels per row, thousand kernel weight, and yield. All these variables were subjected to statistical analysis using the Student t. The results show that growth variables found significant differences for lodging of the plants, and yield variables found significant differences for ear weight, number of rows per ear and number of kernels per row. Treatment performance synthetic showed 2 669.58 kg ha⁻¹, while the organic treatment was obtained 2 018.60 kg ha⁻¹.

Keywords: Corn, fertilization, unifactorial, variables.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los granos alimenticios más antiguos, pertenece a la familia de las Poáceas, tribu Maydeas y es la única especie que se cultiva de este género (Paliwal, 2001). Representa uno de los alimentos de mayor consumo popular en el continente americano, de donde es originario, es rico en carbohidratos constituyéndose en una fuente barata de calorías indispensables para el adecuado funcionamiento del cuerpo humano (Somarriba, 1998).

La proteína del grano es, generalmente, de baja calidad (Fuentes, 2000), debido a que es deficiente en lisina y triptófano (Gardner, 1998). Sin embargo, el maíz tiene muchos usos y sus productos son numerosos, distinguiéndose más de 600 productos derivados (MIFIC, 2007). En Nicaragua es de gran importancia dado que este cereal constituye la base de la alimentación de la población. Según estadísticas del MAGFOR (2009), para el ciclo agrícola 2009-2010 el área sembrada fue de 346 733 ha con una producción de 541 338 t para un rendimiento de 1.56 t ha⁻¹.

Su producción en Nicaragua se ve afectada por múltiples factores como el uso de variedades criollas de bajo potencial de rendimiento, la irregularidad de las precipitaciones y los limitados recursos naturales y económicos de los agricultores (López, 2004).

Según Altieri (1999), el equilibrio ecológico en los sistemas artificiales es frágil, y menciona que ahora hay una gran preocupación en la búsqueda de sistemas agrícolas autosuficientes, diversificados y de baja utilización de insumos.

El modelo de agricultura convencional adoptado desde la década de los cincuenta, se fundamenta en un sistema de producción dependiendo de un alto uso de insumos sintéticos, donde el manejo de los monocultivos se justifica como herramienta fundamental para lograr la mayor eficiencia del proceso productivo; sin embargo, este sistema de producción ha mostrado serios problemas de sostenibilidad por el uso intensivo del suelo y de haber ocasionado no sólo la destrucción de los recursos naturales y del paisaje, sino la desaparición de los sistemas de producción de los pequeños productores en algunas regiones (Soto, 2003).

En los sistemas agrícolas que no usan fertilizantes minerales, la aplicación de abonos orgánicos es esencial, con la ventaja que dichos abonos son subproductos de la explotación animal y vegetal que por lo general no requieren de inversión (Paliwal, 2001).

Los fertilizantes sintéticos usados en la agricultura convencional aumentan el rendimiento de los cultivos por que satisfacen los requerimientos nutricionales de las plantas a corto plazo; sin embargo, los agricultores no prestan atención a la fertilidad del suelo a largo plazo e ignoran los procesos que la mantienen (Gliessman, 2002).

Estudios realizados por Default *et al.*, (2008), evaluando la fertilización orgánica y sintética sobre el rendimiento del cultivo del maíz, encontraron mayores rendimientos con el uso de fertilizantes sintéticos, sin embargo estos autores recomiendan que es necesario aplicar fertilizantes orgánicos para mejorar las propiedades del suelo y aumentar el rendimiento de los cultivos.

Por el contrario Muñoz y Lucero (2008), encontraron mayores rendimientos con aplicación de materia orgánica, en comparación al fertilizante químico, que obtuvo los menores rendimientos en el cultivo de papa, afirmando que el cultivo responde muy bien al uso de abonos orgánicos, debido a que estos mejoran la estructura del suelo. Así mismo Zamora *et al.*, (2008), señalan que los sistemas de producción que usan abonos orgánicos logran reducir los costos de producción y aumentan los rendimientos de los cultivos. Ruiz *et al.*, (2007), evaluando el efecto de la fertilización orgánica versus la fertilización sintética sobre las variables de crecimiento, mencionan que los mayores valores se registraron con fertilización orgánica.

Con la presente investigación se pretende obtener información sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz con fertilización orgánica versus sintética, tratando de dar respuesta a la siguiente interrogante: ¿Cuál es el efecto de ambos tipos de fertilización sobre el rendimiento del cultivo del maíz? Como hipótesis nula nos planteamos lo siguiente: no existen diferencias significativas en el rendimiento del cultivo de maíz manejado de forma sintética y orgánica.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Generar información respecto al efecto de la fertilización orgánica versus sintética en variables de crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz, variedad NB-6 en la finca El Plantel.

2.2 Objetivos específicos

1. Determinar el efecto del uso de fertilizantes orgánicos (humus de lombriz, compost y biofertilizante líquido) contra fertilizantes sintéticos (completo fórmula 12-30-10 y Urea al 46%), sobre las variables de crecimiento del cultivo de maíz.
2. Comparar el rendimiento de la variedad de maíz NB-6 con aplicación de fertilizantes orgánicos (humus de lombriz, compost y biofertilizante líquido) y con fertilización sintética (completo fórmula 12-30-10 y Urea al 46%).
3. Realizar un análisis económico para estimar la relación beneficio costo que ofrece la aplicación de fertilizantes de origen orgánico y sintético en el cultivo de maíz NB- 6.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y fechas del ensayo

El experimento se realizó en la unidad de producción El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria (UNA), situada en el kilómetro 30 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), presenta suelos franco arcilloso con pH de 6.5.

La temperatura anual promedio de la zona es de 28°C, la precipitación promedio anual oscila entre los 796 y 800 mm, con una humedad relativa de 71%. La velocidad media del viento es de 3.5 m/s (INETER, 2008).

Los terrenos de la finca son ondulados, con una pendiente que varía entre 1 y 15 %, con muy poca cobertura de suelo, el área total es de 270 ha, destinadas a la producción agrícola, forestal y pecuaria, siendo este último el rubro principal. El ensayo se estableció el 26 de octubre del 2010 y finalizó con la cosecha el 14 de Febrero del 2011.

3.2 Diseño metodológico

El factor de estudio en esta investigación fue el de fertilización. Se determinaron dos niveles o tratamiento: el primero (TS) consistió en el uso de fertilizantes sintéticos completo (NPK), fórmula 12-30-10 y urea al 46%, y el segundo (TO) estuvo conformado por el uso de fertilizantes orgánicos: Compost, humus de lombriz y biofertilizante líquido.

Las formas de aplicación de TS y TO fueron de la manera siguiente: el TS que está compuesto por completo se aplicó al momento de la siembra incorporado en el fondo del surco y urea aplicada en banda a los 30 días después de la siembra; y el TO que está compuesto por: Compost y humus de lombriz, que fueron incorporados y distribuidos en el suelo una semana antes de la siembra. El biofertilizante líquido se aplicó al pie de la planta a los 25 días después de la siembra.

El cálculo de la demanda de nutrientes del cultivo se realizó en base a un elemento: el nitrógeno (N). La cantidad total de este nutriente se determinó tomando en consideración lo siguiente:

- 1) Demanda del cultivo para un rendimiento esperado de 4300 kg ha⁻¹.
- 2) Disponibilidad de nutrientes en el suelo y en las distintas fuentes de fertilizantes utilizadas.
- 3) La eficiencia del fertilizante.
- 4) La duración (ciclo) del cultivo de maíz que fue de 110 dds.

En el Cuadro 1 se muestra los resultados del análisis de suelo de las parcelas en campo que se venían trabajando de manera sistemática de forma sintética y orgánica, respectivamente.

Cuadro 1. Análisis de suelo del tratamiento sintético y orgánico de la finca experimental El Plantel, 2010

Tratamiento	pH	MO	N	P	K	Ca	Mg
	H ₂ O	%	%	ppm	meq/100g	meq/100g	meq/100g
Sintético	6.99	2.75	0.14	28.21	4.24	24.71	8.92
Orgánico	7.18	2.75	0.14	63.04	4.79	27.45	8.46

Fuentes:UNA. (2010).

Clave: MO=Materia orgánica.

En el Cuadro 2 se observa el contenido de nutrientes de los fertilizantes orgánicos utilizados, se describe a continuación.

Cuadro 2. Características químicas de los fertilizantes orgánicos (humus de lombriz, compost, y biofertilizante líquido), utilizados en el estudio, Finca experimental El Plantel, 2010

Fertilizantes	Características químicas								
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	%H
	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	
Humus de lombriz	2.22	0.65	0.67	1.0	0.72	127.5	47.5	187.5	48.4
Compost	0.83	0.21	0.68	1.29	0.34	577	130	95	36.5
Biofertilizante líquido	0.41	0.1	0.03	0.13	0.01	276	8.33	125	

Fuentes: UNA,(2010).

Clave: % H= porcentaje de humedad

Toda la información anterior se juntó en la expresión siguiente:

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

Donde:

D: Dosis

d: demanda del cultivo/ciclo

S: suministro del suelo

E: eficiencia del fertilizante (50%)

Una vez determinada la cantidad total de Nitrógeno a aplicar ésta se cubrió en cada tratamiento empleando diferentes fuentes de nutrientes y aplicándose en diferentes cantidades hasta cubrir el 100% de la demanda del cultivo. Esto se puede apreciar más claramente en el siguiente cuadro.

Cuadro 3. Contribución de Nitrógeno de las diferentes fuentes de nutrientes utilizadas en este estudio

Contribución de:	kg ha⁻¹	Porcentaje (%)
Completo	301.92	33
Urea	159.93	67
Demandadel cultivo	68 kg ha ⁻¹	100%
Contribución de:	kg ha⁻¹	Porcentaje (%)
Humus de Lombriz	2,535	47.5
Compost	6,169.3	47.5
Biofertilizante liquido	1,314.63	5
Demanda del cultivo	68 kgha ⁻¹	100%

El experimento fue unifactorial con cuatro repeticiones por tratamiento. El área de cada parcela fue de 84 m², con dimensiones de 12 m de ancho por 7 m de largo, la distancia entre surco fue de 0.8 m, teniendo 15 surcos por parcela, la longitud de los surcos fue de 7 m. La distancia entre planta fue de 0.2 m, para una densidad poblacional de 62,500 plantas/ha; la parcela útil estuvo conformada por 10 surcos centrales con un área de 48 m² eliminándose además de 5 surcos bordes y 50 cm en cada uno de los extremos de los surcos.

3.3 Material genético

En este trabajo de investigación se utilizó la variedad de maíz Nicaragua Blanco- 6 (NB-6) con tolerancia al achaparramiento. Esta variedad mejorada es intermedia con un ciclo del cultivo de 110 días, de polinización libre, conocida comercialmente como NB-6. Esta variedad fue generada por el Programa Nacional de Maíz del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), con la finalidad de incrementar la productividad del grano y mejorar las condiciones de vida de los agricultores. En el cuadro siguiente se presentan las características de la variedad mencionada (INTA, 2002).

Cuadro 4.Características agronómicas de la variedad de maíz NB-6

Característica	Estado de la característica
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	Semidentado
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, 2009).

3.4 Manejo Agronómico

3.4.1 Preparación de suelo

Se inició con la chapoda la cual consistió con la limpieza del terreno, un mes antes de la siembra se hizo arado del suelo de forma mecanizada, con la función de romper el suelo y aumentar su porosidad, posteriormente se realizaron dos pases de grada a los 15 y 7 días antes de la siembra con el propósito de nivelar el suelo y triturarlos terrones existentes en el campo. Por último, el estaquillado del terreno se realizó después de la delimitación del área del ensayo, para definir las medidas de cada parcela.

3.4.2 Siembra

El surcado y siembra se realizó el 26 de octubre del 2010, depositando una semilla por golpe de forma manual a una distancia de 0.2 m entre planta y 0.8 metros entre surco para un total de 35 semillas por surco, estableciendo 15 surcos por parcela experimental.

3.4.3 Manejó de arvenses

El manejo de arvenses se realizó con azadón, y se finalizó hasta el momento que el cultivo cerró calle, basándonos en el criterio de mantener el cultivo libre de arvenses hasta los 30 días después de la siembra (Aleman, 1991).

3.4.4 Aporque

El aporque se realizó a los 30 días después de la siembra (dds), con el fin de lograr una mejor incorporación del fertilizante. Esta actividad se llevó a cabo al mismo tiempo que se realizó el manejo de arvenses.

3.4.5 Riego

El riego se aplicó por aspersión, en todas las etapas fenológicas del cultivo, en horas de la mañana, dos veces por semana, por un período de dos horas.

3.4.6 Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual al concluir el ciclo del cultivo a los 110 días después de la siembra (dds), cosechándose 10 surcos de la parcela útil que fue de 48 m² eliminando además de los surcos bordes y 50 cm en cada uno de los extremos de los surcos.

3.5 Variables evaluadas

Para la medición de las variables evaluadas se tomaron 10 plantas al azar dentro de la parcela útil, según la metodología propuesta por CIMMYT (1991).

Variables de crecimiento: Estas variables fueron medidas al momento de la floración.

Altura de planta: Se midió en centímetros cada planta con una regla graduada desde la base del suelo hasta la base de la espiga.

Número de hojas: En cada una de las diez plantas evaluadas se contó el número de hojas desde el suelo hasta la base de la espiga.

Ancho de la hoja: Se midió en centímetros, de borde a borde, en la parte central de la lámina foliar de la hoja que se encuentra arriba del nudo de la mazorca superior haciendo uso de una cinta métrica.

Longitud de la hoja: Se midió en centímetros con cinta métrica desde el punto de unión de la lámina foliar con la vaina (inserción de la lígula) hasta el ápice de la misma lámina.

Diámetro del tallo: Este dato se registró en la parte media del segundo entrenudo, mediante el uso de un Vernier. El resultado se expreso en centímetro.

Acame de la planta: El acame es el volcamiento de la planta, Paliwal (2001). Se contó todas las plantas volcadas en cada surco de la parcela útil, posterior a esto se determinó el porcentaje de acame. El momento de evaluación fue dos semanas antes de la cosecha.

Durante la cosecha del cultivo: Todas las variables de la cosecha se midieron tomando una muestra de 15 mazorcas al azar, a excepción de número de plantas cosechadas y peso de 1000 granos.

Número de plantas cosechadas: Se contabilizó el número de plantas cosechadas de la parcela útil.

Longitud de la mazorca: Se midió la longitud de la mazorca desde la base hasta la punta de cada mazorca. El resultado se expresó en centímetros.

Diámetro de la mazorca: Se partió cada mazorca por la mitad para determinar su diámetro en el corte transversal, se midió desde la corona de un grano a la corona del grano diametralmente opuesto haciendo uso de un vernier. El resultado se expresó en centímetro.

Peso de la mazorca: Se tomó el peso de cada mazorca y el resultado se expresó en gramos.

Número de hileras por mazorca: Se contó el total de hileras en la parte central de cada mazorca, posteriormente se determinó el valor promedio de hileras por mazorca.

Número de granos por hilera: Se contabilizó el número de granos por hilera desde la base hasta el ápice de cada mazorca, para cada mazorca se eligió al azar una hilera y luego se determino el valor promedio de hileras por mazorca.

Peso de 1000 granos: Esta variable se determinó siguiendo las reglas del ISTA (1995), se tomaron ocho réplicas de 100 semillas de cada parcela útil. Después se pesó cada réplica por separado y se calculó el valor promedio. El promedio se multiplicó por diez para obtener el peso de mil granos.

Rendimiento: Se calculó después de desgranar todas las mazorcas que estaban dentro de la parcela útil, procediendo a determinar el peso de granos por parcela. El rendimiento se determinó ajustando el peso del grano cosechado a un 14% de contenido de humedad, de acuerdo a la ecuación citada por Gómez y Minelli (1990). Finalmente el resultado se expresó en kilogramos por hectárea.

Pf = Pi (100 - Hi)/(100 - Hf); en donde:

Pi: peso inicial del grano (kg ha⁻¹).

Pf: peso final del grano seco (kg ha⁻¹).

Hi: Contenido de humedad del grano.

Hf: Contenido de humedad del grano a la que se desea ajustar el rendimiento (14%)

3.6 Análisis estadístico

Las diferencias estadísticas se determinaron empleando la prueba de t–Student en todas las variables utilizadas en los dos tratamientos. El análisis de datos se hizo usando el programa JMP versión 7.0.

3.7 Análisis económico

Los resultados agronómicos se sometieron a un análisis económico para evaluar la rentabilidad de los tratamientos, para obtener información acerca de cuál de los dos tratamientos es el más adecuado desde el punto de vista económico.

Para poder realizar un análisis económico la metodología empleada fue la recomendada por CIMMYT(1988), haciendo un análisis de presupuesto parcial y un análisis de dominancia.

La metodología empleada considera los siguientes parámetros:

Rendimiento: Expresado en kg ha^{-1} .

Rendimiento ajustado: Contempla una reducción del 10% a fin de reflejar las diferencias entre el rendimiento experimental y el rendimiento que el productor podría obtener utilizando la misma tecnología, luego se multiplica por el precio del producto de 12.3 córdobas el kg en el campo.

Beneficio bruto de campo: Obtenido a través de la multiplicación del rendimiento por el precio del producto al momento de la cosecha.

Costos variables: Implican los costos de fertilizantes, costos de su aplicación y costos de transporte.

Beneficio neto: Es igual al beneficio bruto de campo menos los costos variables.

Dominancia: Se efectúa, primero ordenando los tratamientos de menores a mayores totales de los costos que varían. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos.

Los otros parámetros económicos se determinaron de la siguiente manera:

Relación beneficio-costos: Se calcula dividiendo el total de ingresos por la venta de producción entre el total de egresos.

B/C >1: Implica que los ingresos son mayores que los egresos, entonces el proyecto o inversión es aconsejable.

B/C = 1: Implica que los ingresos son iguales que los egresos, entonces el proyecto o inversión es indiferente.

B/C < 1: Implica que los ingresos son menores que los egresos, entonces el proyecto o inversión no es aconsejable.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultado de la prueba de t Student para las variables de crecimiento y componentes del rendimiento del cultivo del maíz

El análisis estadístico realizado a través de la prueba de t Student reflejó que la fertilización orgánica y sintética influyó significativamente para algunas de las variables evaluadas, ya sean ligadas al crecimiento o al rendimiento del maíz (Cuadro 5).

Al evaluar las variables de crecimiento de maíz el efecto de los dos tratamientos no presentó diferencias significativas para altura de planta, número de hojas, ancho de la hoja, longitud de la hoja y diámetro del tallo; la única variable en la que los tratamientos influyeron significativamente fue acame de planta ($p=0.0051$).

Todas estas variables evaluadas son características cuantitativas de la variedad, y éstas pueden ser afectadas por el medio ambiente (incluyendo el manejo de la fertilidad del suelo). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Blessing y Hernández (2009) y Báez y Marín (2010), en cuyos estudios sobre comparación de los fertilizantes orgánicos y sintéticos en el cultivo del maíz no encontraron diferencias significativas para variables de crecimiento.

Respecto a la variables del rendimiento, en el Cuadro 5 se observa que la fertilización orgánica y sintética afectó de manera diferenciada el peso de mazorca, número de hileras por mazorca y número de granos por hileras, mientras que las variables número de plantas cosechadas, longitud de mazorca, diámetro de la mazorca, peso de mil granos y rendimiento no presentaron diferencias estadísticas.

Cuadro 5. Valores promedios y significancia de t Student para las variables evaluadas en el cultivo de maíz sometido a fertilización orgánica y sintética, El Plantel, Masaya, 2010

Variables	Medias		Significancia de t
	Sintético	Orgánico	
VARIABLES DE CRECIMIENTO			
Altura de planta (cm)	170.2	189.59	0.16
Número de hojas	11.48	11.63	0.85
Ancho de la hoja (cm)	8.24	8.09	0.84
Longitud de la hoja (cm)	75.67	66.39	0.28
Diámetro del tallo (cm)	1.95	1.99	0.83
Acame de la planta (%)	5.32	13.09	0.0051
VARIABLES DE RENDIMIENTO			
Número de plantas cosechadas	34,062	29,375	0.41
Longitud de la mazorca (cm)	16.98	15.89	0.09
Diámetro de la mazorca (cm)	4.77	4.51	0.12
Peso de mazorca (g)	186.8	162.8	0.01
Número de hileras por mazorca	13.2	13.9	0.04
Número de granos por hilera	31.22	27.19	0.001
Peso de mil granos (g)	326.65	311.44	0.37
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	2669.58	2018.60	0.12

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

4.1.1 Efecto de la fertilización orgánica y sintética sobre el acame de la planta

Al fertilizar las parcelas de maíz con fertilizantes orgánicos en vez de sintéticos se incrementó significativamente ($p=0.0051$) el porcentaje de plantas acamadas (13.09 versus 5.32%, respectivamente). Resultados similares fueron reportados por Díaz y Montenegro (2005), quienes al evaluar fertilizantes orgánicos y sintéticos en maíz encontraron que la variable porcentaje de plantas acamadas incremento significativamente con fertilización orgánica.

Por otro lado, García y Watson (2003), afirman que un mayor diámetro de tallo origina una alta resistencia al acame, en el cultivo del maíz. En este estudio, con fertilización orgánica el diámetro del tallo mostró una ligera tendencia a presentar un valor más alto en comparación a la fertilización sintética. Sin embargo, con fertilización orgánica incrementó significativamente el porcentaje de acame de plantas.

En este estudio el tratamiento sintético estaba situado cerca de la cortina rompeviento que contribuyó probablemente a un menor acame de plantas, mientras el tratamiento orgánico

estaba situado a más de 20 metros de la cortina, lo que también pudo influir a qué el porcentaje de acame se incrementara, la predominancia de los vientos en la finca el Plantel va de dirección de este-oeste.

Según Mendieta y Rocha (2007), las cortinas rompe viento son hileras de árboles de diferentes alturas y dispuestas en sentido opuesto a la dirección del viento ayudando a evitar el volcamiento de los cultivos.

4.1.2 Efecto de la fertilización orgánica y sintética sobre el rendimiento y algunos de sus componentes

En el presente estudio la diferencia entre los valores promedios del rendimiento de grano de maíz con aplicación de fertilizantes orgánicos ó sintéticos resulto estadísticamente no significativa ($p=0.12$). Lo anterior implica que se puede utilizar indistintamente cualquier tipo de los fertilizantes considerados en este estudio.

Resultados similares fueron reportados por Álvarez *et al.*,(2011), y Arnesto y Benavides (2003), en cuyos estudios sobre fertilizantes sintéticos y orgánicos no encontraron diferencias significativas evaluando rendimiento en los cultivos de cebolla y maíz. Por el contrario Castillo y Noboa (2007), estudiando el efecto de la fertilización orgánica e inorgánica encontraron diferencias significativas evaluando rendimiento en el cultivo del maíz.

El rendimiento del maíz está determinado en cierto grado por el potencial genético de la variedad, sin embargo este potencial llega a lograr un máximo siempre que la planta logre recibir un buen manejo agronómico y una buena nutrición (Moraga y Meza, 2005).

De igual forma, Gracia y Watson (2003), mencionan que el rendimiento del maíz está altamente influenciado por las condiciones ambientales. Así mismo, Jugenheimer (1981), afirma que el rendimiento es el resultado de factores biológicos, ambientales y de manejo, que se relacionan para expresarse en kg ha^{-1} .

En este estudio los rendimientos de granos fueron bajos, $2,669.58 \text{ kg ha}^{-1}$ para el tratamiento sintético y para el tratamiento orgánico $2,018.60 \text{ kg ha}^{-1}$, con respecto al potencial de rendimiento de la variedad ($4,533 \text{ kg ha}^{-1}$), esto pudo ser debido a las condiciones ambientales

que se presentaron, entre éstos una inadecuada distribución y suministro del agua de riego en el ensayo. Se aplicaron dos riegos por semana a través de todas las etapas fenológicas del cultivo y en la etapa de floración y llenado del grano pudo ser deficiente este suministro. En relación a esto Torrez *et al.*, (2007), mencionan que el rendimiento de maíz incrementa en ambientes favorables con buena precipitación pluvial.

Por otro lado Parsons (1991), menciona que el maíz tiene muchas exigencias de agua en la etapa de germinación, formación de la inflorescencia y después de la fecundación y llenado de los granos. Según Kibet *et al.*, (2009), al evaluar el efecto del nivel de humedad y nitrógeno en el cultivo de maíz, mencionan que una deficiente humedad en el período cercano a la floración puede reducir un 50% del rendimiento de grano, este mismo autor menciona que un déficit de agua durante el llenado de grano reduce el rendimiento del cultivo.

En el presente estudio la variable número de plantas cosechadas resulto estadísticamente no significativa con valores de 34,062 plantas ha⁻¹ para el tratamiento sintético y para el tratamiento orgánico 29,375 plantas ha⁻¹, estas densidades poblacionales son bajas en comparación a lo que estipula INTA, (2009), quien menciona que la densidad poblacional óptima de la variedad de maíz NB-6 es de 61,000 plantas ha⁻¹, posiblemente los bajos números de plantas cosechadas pudieron ser debido a las deficiencias de agua que se presentaron en este estudio influyendo en los bajos rendimientos

Ruiz *et al.*, (2007), afirman que el rendimiento de un cultivo incrementa con el uso de fertilizantes sintéticos. Así mismo, Ulloa y Zapata (2011), mencionan que con fertilización sintética el incremento del rendimiento se debe a una mayor disponibilidad del nitrógeno suministrado a través de este tipo de fertilizantes.

También Matheus *et al.*, (2007), mencionan que los fertilizantes químicos son sales solubles altamente concentradas, disponibles en forma inmediata para la planta, pero de corta acción residual mientras que los tratamientos con productos orgánicos se consideran como materiales de lenta liberación que aportan nutrientes a través del tiempo dependiendo de diversos factores como el tipo de material genético, sus características, condiciones biológicas y edáficas.

Acuña (2003), al igual que Matheus *et al.*, (2007) sobre los abonos orgánicos señala que 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, y agrega que éstos 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. González (2001), hace referencia específica sobre el humus de lombriz y menciona que este abono es capaz de suministrar los nutrientes esenciales necesarios para el crecimiento de la planta en su fase inicial a pesar de ser considerado un abono de lenta liberación.

Por otro lado, 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. Podemos decir que para este tiempo la producción se estabiliza y los resultados pueden ser casi o iguales 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 largo plazo y el período 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. Posiblemente los resultados obtenidos en el presente estudio se deban a que la etapa de transición de fertilizantes orgánicos no ha concluido.

El uso de fertilizantes sintéticos incrementó significativamente el peso de mazorca ($p=0.01$) y el número de granos por hilera ($p=0.001$). Mientras que la variable número de hileras por mazorca incrementó significativamente con el uso de fertilizantes orgánicos ($p=0.04$). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Díaz y Montenegro (2005) y Castillo y Noboa (2007), quienes en ensayos similares encontraron diferencias significativas al evaluar estas mismas variables.

Acuña y Castro (2001), afirman que el número de granos por hilera está fuertemente influenciado por el suministro de nitrógeno al suelo y está determinado por la longitud de mazorca. Así mismo Avellaneda (2009) y Marcano y Ohep (1996), mencionan que el número de granos por hilera y el peso de mazorca son variables que están influenciadas con el ambiente y las fuentes nitrogenadas.

Los resultados de esta investigación permiten aceptar la hipótesis nula debido a que la fertilización orgánica y sintética no afectó de manera diferenciada el rendimiento del cultivo del maíz, sin embargo se encontró diferencias significativas en algunas variables.

4.2 Análisis económico

4.2.1 Presupuesto parcial

Este es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y los beneficios de los tratamientos (CYMMYT, 1988).

El presupuesto parcial incluye los rendimientos medios para cada tratamiento, el rendimiento ajustado y el beneficio bruto del campo, de acuerdo al precio de campo del cultivo. También toma en cuenta el total de costos que varían para cada tratamiento. Los resultados del presupuesto parcial se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 6. Presupuesto parcial de los tratamientos con fertilización sintético y orgánica, Finca El Plantel, Masaya, 2010

Indicadores	Tratamientos	
	Sintético	Orgánico
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	2,669.58	2,018.60
Rendimiento ajustado (10%)	2,402.62	1,816.74
Beneficio bruto (C\$ ha ⁻¹)	31,714.61	23,980.97
Costo de fertilizante (C\$ ha ⁻¹)	8,440.94	23,875.33
Costo de aplicación del fertilizante(C\$ ha ⁻¹)	140	2,590
costo de transporte (C\$ ha ⁻¹)	300	2,400
Total costo variable (C\$ ha ⁻¹)	8,880.94	28,865.33
Beneficio neto	22,833.67	-4,884.36

El tratamiento sintético presentó menores costos de fertilizante (Córdobas por hectárea), costos de transporte, el mayor beneficio neto (C\$ 22 833.67), en comparación con el tratamiento orgánico. Esto favorece a que su costo variable sea menor y un beneficio neto mayor, el tratamiento orgánico obtuvo al final valores negativos en la variable beneficio neto.

Esto indica que en la producción con el uso de la fertilización orgánica, se tienen que buscar nuevas alternativas como producir los abonos con los recursos de la finca, ya que esto disminuirá de forma el costo por la compra del abono y por el traslado.

4.2.2 Dominancia

Se ordenan los tratamientos de menores a mayores totales de costos que varían. Se realiza para eliminar el tratamiento dominado. Un tratamiento es dominado cuando tiene beneficio neto menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos (CIMMYT, 1988).

Cuadro 7. Análisis de dominancia de los tratamientos con fertilización sintética y orgánica, Finca El Plantel, Masaya. 2010

Tratamientos	Costo variables	Beneficios neto	Dominancia
Sintético	8880.938	22833.6724	ND
Orgánico	28865.33	-4884.362	D

De acuerdo con la metodología propuesta por (CIMMYT, 1988), para analizar la dominancia, el tratamiento con fertilización sintética se comporto como, no dominado ya que este presenta el mayor beneficio neto y los menores costo variables. También recomienda el cálculo de la tasa de retorno marginal luego del análisis de dominancia. No se calculó por que esta se realiza únicamente entre tratamiento no dominados para ver cuál es la utilidad obtenida cuando se incrementan los costos al pasar de un tratamiento a otro.

4.2.3 Relación beneficios costo

En la relación beneficio costo está representada por la relación ingresos/egresos. El análisis de la relación B/C puede tomar valores mayores, menores o iguales a 1. En el presente estudio, el tratamiento sintético originó ingresos y egresos de C\$ 22 833.67 y C\$ de 8 880.94, respectivamente por tanto la relación costo-beneficio es: =2.57.

La relación es mayor que 1 ($B/C > 1$), podemos decir que es más viable el uso de fertilizantes sintéticos ya que este proporcionara beneficios económicos al productor.

V. CONCLUSIONES

La fertilización sintética y orgánica no afectaron de manera significativa los rendimientos del cultivo del maíz.

En las variables de crecimiento del cultivo del maíz, al utilizar fertilizantes orgánicos, únicamente se incrementó significativamente el porcentaje de plantas acamadas.

Por otro lado, para las variables de rendimiento, el peso de mazorca y número de granos por hilera incrementaron significativamente con el uso de fertilizantes sintéticos; el número de hileras por mazorca se incrementó significativamente con la fertilización orgánica.

Según el análisis de rentabilidad económica, el mejor tratamiento fue con fertilización sintética ya que este presentó los mayores beneficios netos con C\$ 22 833.67 y los menores costos variables C\$ 8880.94.

VI. RECOMENDACIONES

Continuar con estudios con la misma temática que permitan demostrar si los resultados se mantendrán a través del tiempo y si la fertilización orgánica iguala o supera los rendimientos obtenidos con fertilización sintética.

Establecer en futuras investigaciones un aporte adecuado en el cultivo del maíz para brindar un mejor soporte de la planta.

Realizar una planificación adecuada de las aplicaciones de riego según las etapas fenológicas del cultivo del maíz.

VII. LITERATURA CITADA

- Acuña, D.; Castro, H. 2001. Efectos de diferentes arreglos Topológicos de maíz (*Zea mays* L.) sobre la dinámica de las malezas, crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos y uso equivalente de la tierra. Tesis, Ing. Agro. UNA, Facultad de Agronomía, Managua, NI. 50 p.
- 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. Alemán, F. 1991. Manejo de las malezas, Texto básico. 1 ed, ESAVE/UNA. Managua, NI. 164 p.
- Alemán, F. 1991. Manejo de malezas, Texto básico. 1 ed, ESAVE/UNA Managua, NI. 164 p.
- Altieri, M. 1995. Agroecología: creando sinergia para la agricultura sostenible. Universidad de Berkeley y Consorcio Latinoamericano de Agroecología y Desarrollo (CLADES). 63 p.
- Altieri, M. 1999. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. 4a edición. Editorial Nordan. Comunidad. Montevideo. 73 p.
- Álvarez, J.; Vanegas, S.; Soto, C.; Chávez, A.; Zabala, L. 2011. Uso de fertilizantes químicos y orgánicos en cebolla (*Allium cepa* L.). (En línea). México, MX. Revista de investigación y difusión científica agropecuaria. Consultado el 1 de may. 2012. Disponible en <http://www.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2011/mayo/3.pdf>
- Arnesto, G.; Benenavides, A. 2003. Evaluación del efecto de fertilización mineral y orgánica (Gallinaza) en el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) var. NB-6. Tesis, Ing. Agro. UNA. Managua, NI. 12 p.
- Avellaneda, J. 2009. Influencia del abonamiento orgánico en la producción de maíz choclo (*Zea mays* var. Cuzco mejorado) (En línea). Universidad Nacional del Centro del Perú. Consultado el 24 de jun. 2012. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/70255746/04-Maiz>
- Báez, E.; Marín, L. 2010. 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. Tesis, Ing. Agro. UNA, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 14 p.
- Blessing, M.; Hernández, G. 2009. Comportamiento de variables de crecimiento y rendimiento en maíz (*Zea mays* L.) Var. NB-6 bajo prácticas de fertilización orgánica y convencional en la finca El Plantel. Managua 2007-2008. Tesis, Ing. Agro. UNA, Facultad de Agronomía, Managua, NI. 28 p.
- Castillo, S.; Noboa, M. 2007. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el rendimiento de grano en el cultivo del maíz. (En línea). Universidad Técnica de Babahoyo. Consultado el 24 de set. 2012. Disponible en <http://repositorio.utb.edu.ec:8080/handle/123456789/346>

- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, ME). 1991. Descriptores para maíz. (En línea). México, MX. Consultado el 6 de ene. 2011. Disponible en http://www.maizegdb.org/CIMMYT_IPGRI_descriptors_maize.pdf
- (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, ME). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica, Edición completamente revisada. D.F. MX. 38 p.
- Default, R; Hester, A; Ward, B. 2008. Influence of Organic and Synthetic Fertility on Nitrate Runoff and Leaching, Soil Fertility, and Sweet Corn Yield and Quality. Taylor & Francis. (En línea). Consultado 10 jun. 2012. Disponible en <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00103620802073941#preview>
- Díaz, D; Montenegro, W. 2005. Evaluación de dosis y momentos de aplicación de humus de lombriz sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-S. Tesis, Ing. Agro. UNA, Facultad de Agronomía, Managua, NI. 52 p.
- Fuentes, M. 2000. Informe Ensayo Regional de Maíz PCCMCA 1999. ICTA-PRM. 50 p.
- García, M.; Watson, C. 2003. Herencia de la resistencia al acame de raíces en maíz dulce (*Zea mays* L.). (En línea). Revista UDO Agrícola. 3(1): 24-33.
- Gardner, E. J. 1998. Maíz con alto contenido de lisina. Principios de Genética. 1. ed. Limusa.
- Gliessman, SR. 2002. Agroecología procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba, CR. CATIE. 4 p.
- Gómez, O.; Minelli, M. 1990. La producción de semilla. Texto básico para el desarrollo del curso de producción de semillas en la Universidad de Nicaragua. ISCA.-EPV. Managua, NI. 76 p
- Gonzales, D; Álvarez, R; Matheus, J. 2001. Eficiencia Agronómica Residual de Tres Fertilizantes Orgánicos en el Cultivo de Maíz Dulce (*Zea mays* saccharata) (En línea). Consultado 10 de may. 2012. Disponible en <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=cb9de389-25ba-41b4-b2bc-dd76ea51e78b%40sessionmgr113&vid=2&hid=119>
- Herrán, J.; Sañudo, R. 2008. Importance of organic manures. Editorial INE-SEMARNAT. 62 p.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, NI). 2008. Registro de datos meteorológicos. Managua, NI. s. p.
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, NI). 2009. Guía Tecnológica del Cultivo del maíz. (En línea). Consultado el 12 de sep. 2012. Disponible en <http://www.magfor.gob.ni/pea.html>

- .(Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2002. Cultivo del maíz. Managua-Nicaragua. 4-6 p.
- ISTA (International seedtesting Association, US). 1995. International rules for Testing. Zurich.117 p.
- Kibet, C; López, C; Kohashi, J. (2009). Efecto del nivel de humedad y nitrógeno en el suelo en el comportamiento de maíces híbridos y criollos de los valles altos de México (En línea). Agronomía Costarricense. Consultado 15 de ago. 2012. Disponible en <http://www.latindex.ucr.ac.cr/agrocostar-33-1/agrocostar-33-1-08.pdf>
- Jugenheimer, R, W. 1981. Maíz; variedades mejoradas. Métodos de cultivo y producción de semilla. D. F. México. Editorial Limusa. 841 p.
- UNA. (Universidad Nacional Agraria, NI). 2010. Laboratorio de suelo y agua. Análisis de muestras de suelo. Managua, NI. s. p.
- López, N.P. 2004. Evaluación de Variedades e híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en diferentes ambientes de la zona Pacifico Norte. Resumen del 1er. Congreso nacional de innovación tecnológica Agropecuario y Forestal. FUNICA, UNA, Managua, NI. 15 p.
- MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal, NI). 2009. Informe preliminar del MAGFOR. (En línea). Managua, Nicaragua. Consultado 25 de ago. 2011. Disponible en [http://www.magfor.gob.ni/.../Informe % 20 Preliminar % 20 2009-10 Feb.xls](http://www.magfor.gob.ni/.../Informe%20Preliminar%202009-10Feb.xls)
- Marcano, F.; Ohep, C. 1996, Respuesta del cultivo del maíz a tres practicas de labranza, dos fuentes nitrogenadas y tres formas de aplicación de nitrógeno (En línea). Agronomía tropical. Consultado 25 de ago. 2012. Disponible en http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at4701/arti/marcano_f.htm
- Matheus, J.; Caracas, J.; Mantilla, F.; Fernández, O. 2007. Eficiencia Agronómica relativa de tres abonos orgánicos (vermicompost, compost, y gallinaza) en plantas de maíz (*Zea mays* L.). Agricultura Andina. 27(12): 27-38.
- Mendieta, M.; Rocha, L. 2007. Sistemas Agroforestales. UNA, Managua, NI. 115 p.
- MIFIC (Ministerio de Fomento, Industria y Comercio). 2007. Maíz blanco Nicaragua. (En línea). Managua, NI. Consultado 20 de ene. 2011. Disponible en <http://mific.gob.ni/LinkClick.aspx?fileticket=JwIpKPxYIDM%3D>
- Muñoz, L.; Lucero, A. 2008. Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de papa criolla (*Solanum phureja*). Agronomía Colombiana. Consultado 10 may. 2012. Disponible en <http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?S0120-99652008000200019>

- Moraga, N.; Meza, 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, Ing. Agro. UNA, Facultad de agronomía, Managua, NI. 45 p.
- Paliwal, R. M. 2001. El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. FAO, Roma, IT. 376 p.
- Parsons, D. B. 1991. Maíz. Manuales para educación agropecuaria. 1ra reimpression. D. F. México, 56 p.
- Ruiz, C.; Russián, T.; Tua, D. 2007. Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de la cebolla (En línea). Agronomía Tropical. Consultado 10 may. 2012. Disponible en <http://www.scielo.org.ve/pdf/at/v57n1/art02.pdf>
- Somarriba, RC. 1998. Texto granos básicos. UNA-Managua, NI. 57 p.
- Soto, G. 2003. La agricultura orgánica como una herramienta para reducir la pobreza rural. Memoria del taller de Agricultura Orgánica (En línea). Turrialba, CR. Consultado el 20 de ene. 2012. Disponible en <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/.../icap/unpan028339.pdf>
- Torrez, B.; Espinoza, A.; Mendoza, M.; Rodríguez, J.; Irizar, M.; Castellanos, J. 2007. Efecto de brasinoesteroides en híbridos de maíz androesteriles y fértiles. (En línea) Agronomía Mesoamericana. Consultado el 15 de jul. 2012. Disponible en http://www.mag.go.cr/rev_meso/v18n02_155.pdf
- Ulloa, R.; Zapata, G. (2011). Efecto de la fertilización orgánica y sintética sobre el crecimiento y rendimiento de grano de tres variedades de maíz (*Zea mays* L.), El Rincón Darío-Matagalpa, postrera, 2009. Tesis, Ing. Agro. UNA, Facultad de Agronomía, Managua, NI. 24 p.
- Zamora, F.; Tua, D.; Torres, D. (2008). Evaluación de cinco fuentes orgánicas sobre el desarrollo vegetativo y el rendimiento del cultivo de papa. (En línea). Agronomía tropical. Consultado el 23 de jun. 2012. Disponible en <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0002-192X20080003000>

