



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

*"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"*

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Comportamiento agronómico de tres genotipos de
maíz (*Zea mays* L.) por efecto de la aplicación de
abonos orgánicos y sintéticos, Cofradía 2012**

AUTORES:

**Br. Gricelda Verónica Artola
Br. Orian César Villavicencio**

ASESORES:

**MSc. Vidal Marín Fernández
MSc. Roberto Carlos Larios González**

**MANAGUA, NICARAGUA
AGOSTO, 2015**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

*"Por un Desarrollo Agrícola
Integral y Sostenible"*

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Comportamiento agronómico de tres genotipos de
maíz (*Zea mays* L.) por efecto de la aplicación de
abonos orgánicos y sintéticos, Cofradía 2012**

AUTORES:

**Br. Gricelda Verónica Artola
Br. Orian César Villavicencio**

ASESORES:

**MSc. Vidal Marín Fernández
MSc. Roberto Carlos Larios González**

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

**MANAGUA, NICARAGUA
AGOSTO, 2015**

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I INTRODUCCIÓN.....	1
II OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
III MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3.1 Localización y descripción del área de estudio.....	4
3.2 Diseño y descripción de los tratamientos.....	5
3.3 Área del experimento.....	6
3.4 Manejo agronómico.....	7
3.4.1 Preparación del suelo.....	7
3.4.2 Siembra.....	7
3.4.3 Fertilización.....	7

3.4.4	Manejo de arvenses.....	8
3.4.5	Aporque.....	9
3.4.6	Cosecha.....	9
3.5	Material genético.....	9
3.6	Variables evaluadas.....	10
3.7	Análisis estadístico.....	11
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
4.1	Altura de planta (cm).....	12
4.2	Número de nudos.....	16
4.3	Altura de inserción de la mazorca (cm).....	17
4.4	Diámetro de la mazorca (cm).....	20
4.5	Longitud de la mazorca (cm).....	22
4.6	Número de hileras por mazorca.....	23
4.7	Número de granos por hilera.....	25
4.8	Peso de 100 granos.....	26
4.9	Rendimiento (kg ha ⁻¹).....	28
V	CONCLUSIONES.....	33
VI	RECOMENDACIONES.....	34
VII	LITERATURA CITADA.....	35

DEDICATORIA

Porque les doy buena enseñanza; no desamparen mi Ley. Adquiere sabiduría, adquiere inteligencia; No te olvides ni te apartes de las razones de mi boca. Proverbios 4:2,5

Dedico ante todo este trabajo, a mi Padre Celestial y Dios creador, por la sabiduría, por las fuerzas, por la salud durante toda esta jornada.

A mi madre, Olga Villavicencio Hernández por haberme formado, para ser una persona de bien y brindarme apoyo a lo largo de toda mi carrera, por sus consejos y amor incondicional.

A mi hermana Olga Natalia Villavicencio por ser la ayuda en cada una de las necesidades y mi consejera, mi amiga y aliada en todo momento.

A mi hermana Silgian Danixa Villavicencio, por siempre estar allí en cada parte de mi vida.

A mi amiga incondicional y compañera, Gricelda Verónica Artola por su amor, consejos y comprensión en cada uno de los procesos.

Gracias por haber sido parte fundamental en mi vida.

Br. Orian César Villavicencio

DEDICATORIA

El que hizo la tierra con su poder, El que puso en orden el mundo con su saber, y extendió los cielos con su sabiduría; Jeremías 10:12

A mi Señor y Dios todopoderoso, doy gracias por proveerme de fortaleza, sabiduría y perseverancia, para alcanzar un logro más en mi vida, por ser la luz que guía mi camino, mi auxilio y mi soporte en todos los momentos que lo necesite.

A mis padres Simón Artola y Míguela Artola Flores por guiarme, apoyarme, instruirme, y formar en mí, valores y aptitudes que definen la persona que soy.

A mis hermanas Silvia, Delia y Olga Artola Artola, por estar siempre dispuestas a apoyarme en cada paso que doy.

Al Coautor de este estudio Orian César Villavicencio quien ha sido mi amigo, mi consejero y apoyo.

Br. Gricelda Verónica Artola

AGRADECIMIENTO

A nuestro Dios creador de los cielos y la tierra, por estar en cada momento a nuestro lado, por la sabiduría y dirección al llegar a culminar nuestros estudios profesionales.

A nuestros asesores Ing. MSc. Roberto Larios González e Ing. MSc. Vidal Marín Fernández, por la oportunidad de permitirnos realizar esta investigación y dirigirnos en cada proceso. A la vez compartir con nosotros de su amplio conocimiento, y dedicar su valioso tiempo para el desarrollo de este estudio científico.

A todos y cada uno de nuestros maestros, por la dedicación y empeño en cada día darnos lo mejor de ellos, para forjar profesionales de calidad.

A nuestro compañero de estudios Josué Guillermo Reyes por su apoyo en el establecimiento del ensayo.

Br. Orian César Villavicencio
Br. Gricelda Verónica Artola

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		PÁGINA
1	Contenidos de Materia orgánica, Nitrógeno y Fósforo en suelos de la finca experimental, Cofradía, 2012.....	4
2	Descripción de los tratamientos evaluados.....	6
3	Características químicas de los abonos orgánicos (bokashi y mungo), utilizados en el estudio. Cofradía, 2012.....	8
4	Características agronómicas de los genotipos NB-S y Mazorca de Oro utilizadas en el estudio.....	10
5	Altura de planta (cm) por variedad y efecto de los fertilizantes...	12
6	Número de nudos por variedad y efecto de los fertilizantes.....	16
7	Altura de inserción de la mazorca (cm) por variedad y efecto de los fertilizantes.....	18
8	Diámetro de la mazorca (cm) por variedad y efecto de los fertilizantes.....	21
9	Longitud de la mazorca (cm) por variedad y efecto de los fertilizantes.....	22
10	Número de hileras por mazorca según variedad y efecto de los fertilizantes	24
11	Número de granos por hilera según variedad y efecto de los fertilizantes.....	25
12	Peso de 100 granos (g) por variedad y efecto de los fertilizantes.....	27
13	Rendimiento (kg ha ⁻¹) por variedad y efecto de los fertilizantes.....	28

RESUMEN

En algunos sistemas agroecológicos de Nicaragua, es común el uso de variedades mejoradas y locales en sistemas convencionales sin considerar la fertilización orgánica. Este estudio fue establecido en el período de junio a septiembre del 2012, en un sistema de producción ubicado en Cofradía, municipio de Nindirí, departamento de Masaya, Nicaragua, localizado entre las coordenadas de 12°9'17" de latitud norte y 46°36' de longitud oeste. El objetivo fue evaluar el crecimiento y rendimiento de tres genotipos de maíz (NB-S, Mazorca Oro y una variedad local) con tres tipos de fertilizantes (Sintético, Bokashi y Mungo). Las dosis aplicadas fue 130 kg ha⁻¹ de 12-30-10 al momento de la siembra y 130 kg ha⁻¹ de urea (46%) a los 40 días después de sembrado el maíz. La cantidad de bokashi aplicado fue de 4 284 kg ha⁻¹ al momento de la siembra. El mungo se sembró a los siete días después de la siembra del cultivo principal (maíz) e incorporado a los 28 días después de su siembra. El experimento fue establecido en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron altura de planta, número de nudos, altura de inserción de la mazorca, diámetro de mazorca, longitud de mazorca, hileras por mazorca, granos por hilera, peso de 100 granos y rendimiento. Los resultados estadísticos fueron analizados por la prueba de diferencia mínima significativa (DMS), usando el programa estadístico Infostat profesional. Los resultados indican que por interacción genotipos de maíz y fertilización no se registran diferencias. El fertilizante mineral ejerció mayor efecto en las alturas de planta (169 cm) e inserción de la mazorca (82 cm). La variedad local obtuvo el mayor promedio en altura de planta (173 cm), altura de inserción de mazorca (88 cm) y peso de 100 granos (34.73 g). Mazorca de Oro registró mayor número de hileras por mazorca (13.73) y rendimiento (1 580 kg ha⁻¹). La fertilización no tuvo influencia en el rendimiento y sus componentes.

Palabras clave: maíz, genotipos, fertilización, mungo, bokashi, sintético.

ABSTRACT

In some Nicaraguan agroecological systems, it is common to use of improved varieties and landraces developed for conventional systems without taking into account the organic fertilization. This study was established between the months of June to September 2012, on a farm in the town of Cofradía, in the municipality of Nindirí, Department of Masaya, Nicaragua, located between 12°9'17" north latitude and 46°36' west longitude. The objective was to evaluate the growing and yield of three maize genotypes (NB-S, Mazorca Oro and one landraces) with three type fertilizers (Synthetic, Bokashi and Mungo). The doses applied were 130 kg ha⁻¹ of 12-30-10 at the planting time + 130 kg ha⁻¹ of urea (46% N) at 40 days after planting, the bokashi was applied at the rate of 4284 kg ha⁻¹ at the planting time, and the mungo was planted at seven days after planting between rows of the main crop that was maize and incorporated into the soil at the 28 days after planting of maize. The experiment was established in a Complete Block Randomized Design with three replicates. The variables evaluated were: plant height, number of nodes, inserting ear height, ear diameter, ear length, number of rows, kernels per row and weight of 100 kernels. The results were statistically analyzed by the least significant difference (LSD) using the Infostat package. The results indicated that the interaction between the genotypes of maize and fertilization had no effect on growth and the yield. The mineral fertilizer had the major plant height (169 cm) height and on ear position (82 cm). The landrace obtained the highest average for plant height (173 cm), ear insertion height (88cm) and weight of 100 kernels (34.73g). The Mazorca de oro genotype showed more rows per ear (13.73) and total yield with 1 580.37 kg ha⁻¹. The fertilization regimes showed no significant differences for the yield and its components variables.

Keywords: maize, genotypes, fertilization, mungo, bokashi, synthetic.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz es un cultivo común en muchos sistemas de producción agrícola de Nicaragua, el área sembrada de granos básicos entre el ciclo agrícola 2012-2013 y 2009-2010 osciló entre 633 720 y 748 110 hectáreas. De estas áreas, el maíz es el cultivo con mayor cantidad (51.8%), registrando una producción promedio de 863.55 kg ha⁻¹ (Castillo y Bird, 2013).

Por el avance en la tecnología el manejo en los sistemas de producción de maíz se realiza en la mayoría de ocasiones de forma convencional, obteniendo resultados a corto plazo y alterando las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Es por esto que con el fin de alcanzar rendimientos satisfactorios, la agricultura moderna brinda opciones de manejo sin alterar el equilibrio natural del suelo (FAO, 2001). En Nicaragua y a nivel mundial la agricultura orgánica está en continuo crecimiento, tanto en hectárea como en número de fincas (Messmer *et al.*, 2012).

Actualmente se conoce una problemática habitual en los sistemas orgánicos, pues utilizan genotipos derivados de programas de mejoramiento para la agricultura convencional, desarrollados bajo condiciones uniformes, altamente controladas y con alto uso de insumos externos (Messmer *et al.*, 2012) estas condiciones no se reflejan en sistemas orgánicos pues la contribución de nutrimentos depende del ambiente y la actividad biológica, al interactuar por ejemplo con leguminosas de abonos verdes u otros subproductos de la finca.

Además, la agricultura orgánica se caracteriza por buscar un ciclo cerrado de nutrientes de manera que el sistema sea sostenible, para ello, los aportes de nutrimentos dependen de fertilizantes orgánicos como abono verde, compost o estiércol animal, para la construcción de la fertilidad del suelo (García, 2007), contrario a lo que ocurre en la agricultura convencional, pues se desenvuelve bajo condiciones de constante tratamiento de semillas, uso de herbicidas, altas aplicaciones de plaguicidas y fertilizantes de acción rápida (FAO, 2001).

Esto ocasiona que el equilibrio ecológico en los sistemas con alto uso de recursos sintéticos sea frágil y poco sostenible, por lo que es necesario buscar estrategias de menor dependencia, como los sistemas diversificados y de baja utilización de insumos, para mejorar y preservar los recursos naturales en los sistemas de producción (Altieri, 1999).

Se debe considerar que aunque la liberación de nutrientes en sistemas con aplicaciones de insumos orgánicos es más lenta e irregular, no siempre coincide con la liberación de nutrientes y la demanda del cultivo, pero aportan beneficios ecológicos al suelo en comparación con los sistemas convencionales (Avelares *et al.*, 2003).

El estudio del rendimiento de las variedades mejoradas convencionalmente en condiciones de agricultura amigable con el ambiente es muy limitado, se puede presumir que los genotipos valiosos podrían ser rentables para la agricultura ecológica, si se utilizan aquellas variedades con mejores características (Messmer *et al.*, 2012). Así también es importante entender cómo difiere la condición entre los sistemas productivos, para definir una mejor estrategia en la utilización de las variedades existentes, y así encontrar genotipos que se adapten tanto a las prácticas de agricultura con enfoque agroecológico como a las condiciones de agricultura convencional moderna (Meza *et al.*, 2014).

Al evaluar el comportamiento de genotipos adaptados a ambientes pobres y ricos en cuanto a contenidos nutricionales, se puede identificar la respuesta de estos cultivares en esos ambientes, contribuyendo de esta manera a la selección apropiada de los mejores genotipos (Córdoba, 1990). Meza *et al.*, (2014) plantean que se ha encontrado que la interacción genotipo - ambiente ha tomado un rol importante en los procesos de selección.

Por lo anterior es necesario identificar genotipos de alta eficiencia en el uso de nutrientes que producen altos rendimientos por unidad de nutrientes aplicados y absorbidos en condiciones de producción con enfoque agroecológico (Meza *et al.*, 2014). A la vez es una aportación significativa evaluar el comportamiento de las variedades locales desarrolladas en estos sistemas pues se conoce el buen potencial genético de estos genotipos y la gran capacidad de adaptación.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de fertilizantes orgánicos y sintéticos sobre el comportamiento agronómico de tres genotipos de maíz.

2.2 Objetivos específicos

1. Determinar el efecto en los genotipos por influencia de la fertilización en la altura de planta, número de nudos y altura de inserción de la mazorca.
2. Determinar el efecto de los abonos orgánicos y sintéticos en el rendimiento y sus componentes.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización y descripción del área de estudio

Este estudio se realizó en la localidad de Cofradía, en la finca del productor MSc. Vidal Marín Fernández, situada en el municipio de Nindiri, departamento de Masaya, ubicado en las coordenadas geográficas de 12°9'17" de latitud norte y 86°36' de longitud oeste.

Cofradía está clasificada como seca, con período lluvioso de seis meses, siendo las precipitaciones de 600 a 1 800 mm anuales, con temperaturas que oscilan entre 27 y 29 °C. Esta zona es clasificada climáticamente por Köppen como tropical de sabana.

Según el laboratorio de suelos y agua de la Universidad Nacional Agraria, el análisis de suelo indica que la finca presenta un pH igual a 6.7, se encuentra en la categoría textural de franco arenoso al contener 17.2% de arcilla, 26% de limo y 56.8% de arena, con contenidos de nutrientes detallados en la tabla 1.

Tabla 1. Contenidos de materia orgánica, nitrógeno y fósforo en suelos de la finca experimental, Cofradía, 2012

Materia orgánica (%)	Nitrógeno (%)	Fósforo (ppm)
1.89	0.09	39
Bajo	Bajo	Alto

Fuente: Laboratorio de suelo y agua-UNA.

Se afirma que los contenidos de materia orgánica y nitrógeno son bajos pues García (2007) señala que los contenidos medios de materia orgánica en los suelos de Nicaragua se encuentran entre 2.5 - 5 % y valores de 0.125 - 0.25 % para nitrógeno. Por debajo de estos se consideran pobres. En cuanto a fósforo, sus contenidos son altos ya que el valor más considerable de este elemento en Nicaragua es de 20 ppm.

La figura 1 representa la distribución de las lluvias, temperaturas y humedad relativa registradas en el ciclo de junio a septiembre del 2012, el acumulado de precipitaciones fue 383.5 mm, este dato fue tomado en la finca e indica una diferencia menor de 95.3 mm con respecto a los datos mostrados por INETER (2012). En este año hubo menor cantidad de precipitaciones comparado con los años 2010 donde se registraron 1 122.6 mm (INETER, 2010), y el 2011 con 831.6 mm (INETER, 2011).

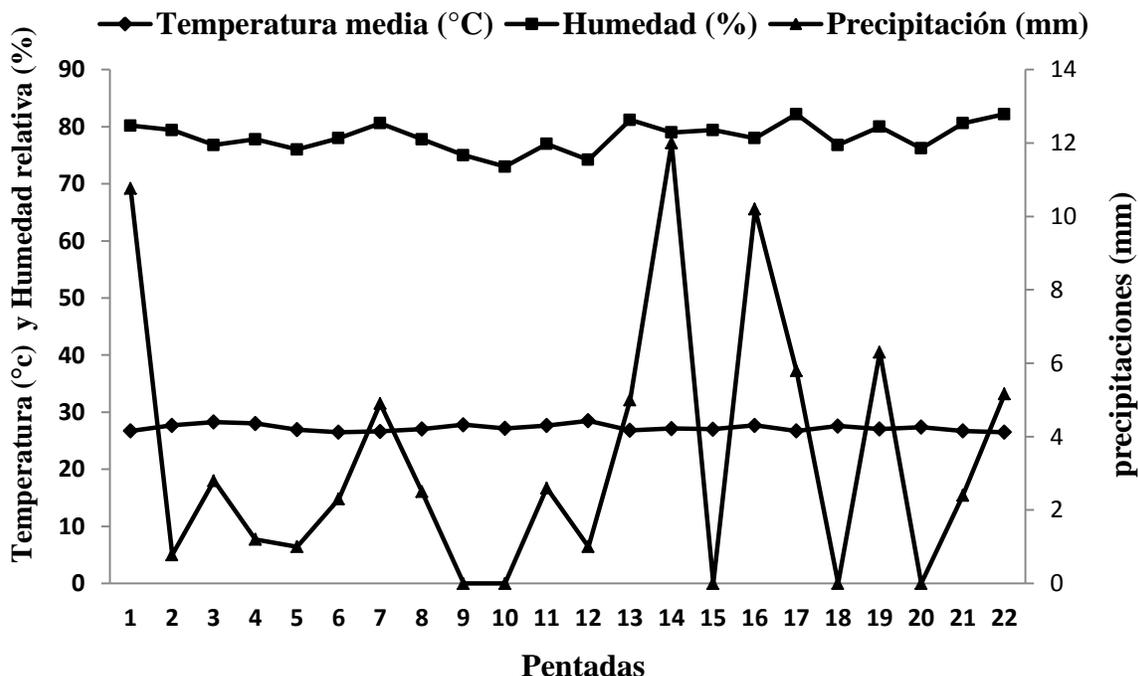


Figura 1. Comportamiento de las precipitaciones, temperatura y humedad relativa durante el período del 09 de junio al 25 de septiembre del 2012 expresada en pentadas, Cofradía 2012.

3.2 Diseño y descripción de los tratamientos

El ensayo se realizó en la época de primera en el período comprendido de junio a septiembre del 2012. Se estableció en un arreglo bifactorial en diseño de bloques completos al azar (BCA) con tres repeticiones.

El factor A fue referido a dos variedades mejoradas de maíz (NB-S y Mazorca de oro) más una variedad local que es utilizada por los productores en la zona de estudio. El factor B corresponde a tres tipos de fertilización, frijol mungo (*Vigna radiata* L.), fertilizante sintético (12-30-10) más urea al 46% y bokashi, lo que determina los tratamientos evaluados y descritos en la tabla 2.

Tabla 2. Descripción de los tratamientos evaluados

Factor	Niveles	Tratamiento	Descripción
A (Variedad)	(a ₁) NB-S	a ₁ b ₁	NB-S + 130 kg ha ⁻¹ de 12-30-10 + 130 kg ha ⁻¹ de urea 46%
	(a ₂) Local	a ₁ b ₂	NB-S + Mungo (siembra a chorrillo)
		a ₁ b ₃	NB-S + 4 284 kg ha ⁻¹ de bokashi
		(a ₃) Mazorca de oro	a ₂ b ₁
	a ₂ b ₂		Variedad local + Mungo (siembra a chorrillo)
	(b ₁) Sintético	a ₂ b ₃	Variedad local + 4 284 kg ha ⁻¹ de bokashi
B (Fertilizante)	(b ₂) Mungo	a ₃ b ₁	Mazorca de oro + 130 kg ha ⁻¹ de 12-30-10 + 130 kg ha ⁻¹ de urea 46%
		a ₃ b ₂	Mazorca de oro + Mungo (siembra a chorrillo)
	(b ₃) Bokashi	a ₃ b ₃	Mazorca de oro + 4 284 kg ha ⁻¹ de bokashi

3.3 Área del experimento

Se estableció un área experimental de 616 m², cada parcela experimental fue de 16 m² (4 m de ancho X 4 m de largo) con separación de un metro entre bloque y parcela. La parcela útil correspondió a los tres surcos del centro, dejando un metro al inicio y al final del interior de cada parcela para evitar el efecto de bloque, respondiendo específicamente a las mediciones (2.4 m de ancho X 2 m de largo) para obtener un área de parcela útil de 4.8 m².

3.4 Manejo agronómico

3.4.1 Preparación del suelo

La preparación del terreno se realizó al momento de la siembra de forma mecanizada utilizando el sistema de labranza convencional, que consistió en un pase de arado, dos pases de grada y el surcado.

3.4.2 Siembra

Se realizó de forma manual depositando dos semillas por golpe a una distancia de 20 cm entre plantas y 80 cm entre surco, definiendo inicialmente una densidad poblacional teórica de 62 500 plantas ha⁻¹.

3.4.3 Fertilización

La determinación de las dosis de fertilizante sintético se realizó según la guía técnica para la producción de maíz del INTA, quien recomienda dosis de 130 kg ha⁻¹ de 12-30-10 al momento de la siembra y 130 kg ha⁻¹ de urea 46 % a los 35 o 40 días después de la siembra (INTA, 2010).

El cálculo de las dosis de bokashi se definió tomando en cuenta su contenido de nitrógeno y el porcentaje de humedad, usando como referencia la cantidad de nitrógeno aportado por los fertilizantes sintéticos 12-30-10 y urea 46%, con el objetivo de aplicar igual dosis nitrogenada.

La siembra e incorporación del mungo se realizaron según la guía técnica N° 10 sobre uso de abonos verdes en cultivos agrícolas, en la que se recomienda sembrar el mungo a los siete o 15 días después de la siembra del cultivo principal para evitar la competencia entre cultivo (pues este es de rápido crecimiento) e incorporarlo a los 28 días después de su siembra, tiempo que coincide con la floración de esta especie (García, 2006).

En la tabla 3 se muestra la aportación de nutrientes de los abonos orgánicos (bokashi y mungo) utilizados en el estudio.

Tabla 3. Características químicas de los abonos orgánicos (bokashi y mungo), utilizados en el estudio, Cofradía 2012

Abono	C/N	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm
Bokashi	25	1.32	0.38	0.7	1.69	0.34	502.5	105	695
Mungo	18	2.1	0.32	1.5	---		---	---	---

Fuente: CARNIC (2012)¹; García (2006).

Fertilización sintética. Las dosis de completo fue de 130 kg ha⁻¹ de 12-30-10 (15.6 kg N ha⁻¹) al momento de la siembra y 130 kg ha⁻¹ de urea 46% (59.8 kg N ha⁻¹) a los 40 días después de la siembra, lo que representa una dosis total de nitrógeno de 75.4 kg N ha⁻¹.

Fertilización con mungo. A los siete días después de la siembra de maíz, se establecieron tres surcos en el centro de las calles bajo el sistema a chorrillo, con distancia entre surco de 20 cm y su incorporación al suelo a los veintiocho días posteriores a su siembra.

Fertilización con bokashi. Este se aplicó de forma superficial, de manera que quedara bien distribuido por toda la parcela. La dosis de bokashi fue de 4 284 kg ha⁻¹, considerando que el porcentaje de humedad fue 25%.

3.4.4 Manejo de arvenses

Se efectuó dos veces en todo el ciclo del cultivo, a los siete y 20 días después de la siembra, para garantizar que el cultivo estuviera libre de malezas durante los primeros 30 días, que es la etapa más crítica donde las malezas pueden afectar el crecimiento y desarrollo del maíz, ya que se encuentra en constante competencia con el cultivo por espacio, luz, agua y nutrientes.

¹ Información proporcionada en la etiqueta del producto

3.4.5 Aporque

Esta práctica garantiza un mejor manejo de arvenses y permite que las raíces logren fijarse con rapidez y firmeza al suelo contrarrestando el efecto perjudicial de viento. Esta actividad se realizó simultáneamente con el manejo de arvenses a los siete y 20 días después de la siembra.

3.4.6 Cosecha

Se efectuó de manera manual a los 140 días después de la siembra, tomando como referencias el ciclo biológico y los índices de cosecha como el secado de las brácteas y del follaje de las plantas.

3.5 Material genético

Las variedades utilizadas fueron Nicaragua Blanco Sequía (NB-S), desarrollada para establecerse en zonas donde las condiciones de humedad son limitadas, el híbrido Mazorca de oro, recomendado para zonas húmedas o intermedias. Estas fueron generadas en Nicaragua por el programa nacional de maíz del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estas variedades son tolerantes a plagas y enfermedades (Espinoza, 1999).

La variedad local es utilizada por los productores del sitio y es teóricamente adaptada a las condiciones de la localidad. Es originaria de la localidad “Dulce Nombre de Jesús” en el municipio de ciudad Darío, en el departamento de Matagalpa, manejada tradicionalmente por el productor Arnoldo Avendaño. Es tolerante a excesos de lluvias, plagas y enfermedades y obtiene rendimientos de 1 294 kg ha⁻¹

Tabla 4. Características agronómicas de los genotipos NB-S y Mazorca de Oro utilizadas en el estudio

Características Agronómicas	NB-S	Mazorca de Oro
Tipo de variedad	Mejorada	Hibrido doble
Días a flor femenina	48-50	60-62
Altura de la planta (cm)	180-190	215-230
Altura de la mazorca (cm)	90-110	105-115
Tamaño de mazorca (cm)	14-16	16-20
Tipo de grano	Semidentado	Semidentado
Color del grano	Blanco	Blanco
Textura del grano	Semi- harinoso	Semi-cristalino
Días a cosecha	95-100	110-115
Madurez relativa	Precoz	Intermedia
Rendimiento comercial (kg ha ⁻¹)	2 911	5 499

Fuente: INTA (2013).

3.6 Variables evaluadas

Altura de planta, número de nudos y altura de inserción del chilote fueron las variables de crecimiento, las que se registraron a los 69 días después de siembra. En el caso del rendimiento, las mediciones se efectuaron en 10 plantas seleccionadas al azar dentro de la parcela útil, sus componentes fueron diámetro de mazorca, longitud de mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hileras y peso de 100 granos.

- **Altura de la planta (cm).** Se midió desde la base de la planta hasta el último nudo del tallo. Se utilizó una cinta métrica.
- **Número de nudos.** Se contaron el número de nudos por tallo.
- **Altura de inserción de la mazorca (cm).** Se midió desde la base de la planta hasta la inserción de la mazorca mediante el uso de cinta métrica.
- **Diámetro de la mazorca (cm).** Se midió el diámetro en la parte media de la mazorca sin brácteas utilizando un vernier en 10 mazorcas.
- **Longitud de la mazorca (cm).** Se midió la longitud de 10 mazorcas haciendo uso de una regla milimetrada.

- **Número de hileras por mazorca.** Se contabilizaron las hileras en las 10 mazorcas seleccionadas.
- **Número de granos por hileras.** Se registró el número de granos en tres hileras de cada mazorca para luego obtener el promedio.
- **Peso de 100 granos (g).** se contabilizó el peso de 100 granos utilizando una balanza digital.
- **Humedad del grano (%).** se realizó como elemento importante para ajustar el peso total por parcela. Se utilizó el medidor de humedad modelo DOBLE 400.
- **Rendimiento total (kg ha⁻¹).** la producción de grano para cada una de las parcelas fue pesada y ajustada al 14 % de humedad y reflejada en kg ha⁻¹, mediante la ecuación propuesta por Gómez y Minelli (1990).

$$Pf = \frac{(Pi * 100)}{(100 - Hf)} - Hi$$

Dónde:

Pf: peso final del grano (kg ha⁻¹)

Hf: humedad a la que se debe ajustar el rendimiento(14%)

Pi: peso inicial del grano desde campo (kg ha⁻¹)

Hi: % de humedad inicial en el grano

3.7 Análisis estadístico

Cada una de las variables evaluadas se sometieron a análisis de varianza y separación de medias utilizando la prueba de diferencia mínima significativa (DMS), el análisis de los datos se efectuó a través del programa de análisis estadístico Infostat profesional.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico realizado a todas las variables no presentó diferencias significativas en el caso de la interacción de los factores variedad y tipos de fertilización, por lo que el análisis de los resultados se realiza de manera independiente.

4.1 Altura de la planta (cm)

En la tabla 5 se observa el comportamiento de la altura de planta a los 69 días después de la siembra. Por efecto de variedad el análisis indica que existen diferencias significativas ($p < 0.0001$), separándose en dos categorías estadísticas, siendo la variedad local la que registro mayor altura de planta en comparación a NB-S y Mazorca de Oro.

En cuanto a los tipos de fertilización se registran tres categorías estadísticas ($p < 0.035$), obteniéndose la mayor altura de planta con la aplicación de fertilizante sintético, seguido del uso de mungo y bokashi.

Tabla 5. Altura de planta (cm) por variedad y por efecto de los fertilizantes

Variedad (Factor A)		Tipo de fertilización (Factor B)	
Mazorca de Oro	152 a	Bokashi	155 a
NB-S	159 a	Mungo	161 ab
Local	173 b	Sintético	169 b
DMS	8.1	DMS	10.3

Greulach y Adams (1980) definen crecimiento como el incremento en la cantidad de protoplasma en un organismo, notable por el aumento irreversible en talla y peso, implicando la división y agrandamiento de las células, tejidos y órganos. El efecto de los factores ambientales, genéticos, nutricionales y de manejo determinaran el mayor incremento de reservas nutritivas en la planta, hasta lograr el crecimiento satisfactorio del cultivo.

La altura de planta es el resultado de la elongación del tallo, al acumular nutrientes producidos en la fotosíntesis (Orozco, 1996), así también es producto del número de nudos y longitud de entre nudos. Está fuertemente influenciada por caracteres varietales, ambientales, fisiológicos, de suelo y del manejo agronómico (Reyes, 1990).

Los resultados obtenidos en la altura de planta a los 69 días se atribuyen a la irregular y escasa distribución de las precipitaciones desde el establecimiento hasta la cosecha (figura 1), pues la cantidad de precipitaciones en todo el ciclo del cultivo fue de 383.5 mm, valores que son inferiores a las necesidades del cultivo que oscilan entre 500 a 800 mm (INTA, 2010).

El cultivo al estar expuesto a temperaturas altas, fuerte radiación solar y conjugado con la poca disponibilidad de agua, probablemente haya cesado el proceso de fotosíntesis disminuyendo el flujo de carbohidratos hacia los órganos en desarrollo, comprobando lo expuesto por el INTA (2013); Pérez y Rodríguez (2010); Boyer y Westgate (2004); Rabí y Pérez (2001) quienes afirman que el efecto más relevante del déficit de agua en la etapa de crecimiento del cultivo es la disminución de materia seca, carbohidratos en las hojas y tallo de las plantas, producidos en la fotosíntesis.

Además este efecto se atribuye no solamente a la escasez de agua, sino también a la mala distribución en las diferentes fases de crecimiento, principalmente a las etapas de mayor demanda tanto hídrica como mineral.

Así también el efecto del ambiente en el aspecto genético fue relevante, pues la capacidad de crecimiento y productividad de un cultivo está determinada por ambos factores. La razón por la que la variedad local expresó la mayor altura de planta se debe a que estas tienen una alta capacidad de adaptación, caso contrario a las variedades mejoradas que se comportan de mejor manera en ambientes similares a los que han sido desarrolladas o creadas.

Esta afirmación se manifestó en el comportamiento de las variedades mejoradas NB-S y Mazorca de Oro, al no expresar su potencial genético, registrando alturas inferiores a las reportadas por el INTA (2013), siendo para el caso de NB-S de 180 cm y en Mazorca de Oro de 215 cm, razón que se atribuye al afecto del ambiente sobre el genotipo.

Por otra parte, el comportamiento superior del fertilizante sintético en la altura de planta se debe a que estos tienen la propiedad de ser higroscópicos, es decir, absorben agua del medio que los rodea produciéndose reacciones de hidrólisis y liberación de sales que pasan directamente a la solución del suelo para ser aprovechados por los cultivos (FAO, 2001); (Arzola *et al.*, 1981), esto provoca que los nutrientes sean rápidamente asimilables para las plantas.

En el caso de los abonos orgánicos que se caracterizan por ser de liberación lenta, se presenta una situación diferente, ya que estos tienen como principal fuente de nutrientes la materia orgánica, y antes que ocurra de liberación de nutrientes asimilables para el cultivo tiene que iniciar un proceso más complejo donde intervienen entre otros factores las condiciones climáticas y la actividad microbiana (García, 2007).

García (2006), FAO (2001) señalan que para facilitar la descomposición y liberación de nutrientes de los abonos orgánicos, es necesario que en el suelo se encuentren valores de humedad próximos a su capacidad de campo, lo que contribuirá a la acción de la actividad microbiana sobre el material.

García (2006) menciona que el mungo en condiciones adecuadas de humedad puede iniciar una liberación rápida de nutrientes a partir de los 15 días después de ser incorporado, pues la materia se ha descompuesto en más del 80% y se ha liberado más del 50% del nitrógeno, hasta alcanzar un 94% de descomposición a los 28 días después de su incorporación.

Es importante resaltar que a pesar que el mungo no obtuvo la mayor altura de planta, fue el segundo mejor tratamiento, esto se debió a que por ser un abono de materia verde, su hoja posee altos contenidos de agua, que contribuyen a la descomposición de la materia orgánica y liberación de nutrientes, aun cuando las condiciones de humedad son carentes (García, 2006). Se puede presumir que, si se hubiesen presentado las mejores condiciones este abono hubiese presentado un comportamiento superior.

Kaplan *et al.*, (2013) y Altieri (1995), señala que los fertilizantes órgano-mineral por ser de liberación lenta, al utilizarlos puede ocurrir que se retrase la disponibilidad y uso de nutrientes después de la aplicación o los nutrientes pueden estar disponibles para la planta mucho más tiempo que aquellos derivados de una fertilización convencional, por lo que es considerable atribuir el efecto mayor de los fertilizantes inorgánicos sobre los orgánicos en la altura de planta.

Díaz y Montenegro (2005); Arnesto y Benavides (2003); Cantarero y Martínez (2002); Fernández y Cisne (2002) concuerdan con los resultados encontrados, al registrar diferencias en la altura de planta evaluando abonos orgánicos e inorgánicos en genotipos de maíz. En estos experimentos las condiciones climáticas en las que se desarrolló el cultivo favorecieron los resultados ya que las precipitaciones y las temperaturas fueron las requeridas por el cultivo.

Olivas y Ocampo (2012); Ulloa y Zapata (2011); Báez y Marín (2010); Blessing y Hernández (2009); Rodríguez y Solís (1997), no encontraron diferencias significativas en la altura de planta al evaluar abonos orgánicos y sintéticos y riego complementario. Estos autores destacan la importancia de la humedad en el suelo al momento de utilizar abonos orgánicos para facilitar los procesos posteriores a la aplicación de la materia.

4.2 Número de nudos

Los resultados en la tabla 6 indica el comportamiento del número de nudos evaluada a los 69 días después de la siembra, los datos obtenidos muestran que no existen diferencias estadísticas por efecto de variedad ($p > f = 0.311$) ni por el tipo de fertilización ($p > f = 0.912$), por lo que se puede atribuir este comportamiento a lo planteado por Reyes (1990), quien indica que el número de nudos y hojas está influenciado principalmente por factores genéticos y ambientales.

Tabla 6. Número de nudos por variedad y por efecto de los fertilizantes

Variedad (Factor A)		Tipo de fertilización (Factor B)	
Mazorca de Oro	13	Bokashi	13
NB-S	14	Mungo	14
Local	14	Sintético	13
DMS	1.18	DMS	1.24

El número de nudos y la longitud de los entrenudos, son un factor determinante en la altura de la planta (Orozco, 1996). El promedio de número de nudos por planta de maíz es variable, encontrándose plantas desde 12 nudos hasta alrededor de 18, con un promedio de 14 (Robles, 1990). La cantidad total de nudos se forman entre los 30 a 37 días del ciclo y su número está relacionado con la variedad, la edad y las condiciones ambientales como luz y humedad (Somarriba, 1998).

Así mismo está altamente relacionado con la producción de hojas, por lo que cada nudo representa una hoja. Estas desempeñan funciones esenciales en las plantas, ya que son reservorio y órgano suplidor de agua y carbohidratos hacia otros órganos demandantes en la planta (Hernández y Soto, 2012). Piel y Gálvez (2005) reiteran la importancia de un incremento substancial de la superficie foliar en la fase vegetativa, de lo contrario gran parte de la radiación solar incidente no es interceptada. Por lo tanto, en esta fase, una gran parte de los asimilados deben ser destinados a la formación de las hojas, pudiendo ser reservados para otras funciones o para demás partes de la planta.

Asumiendo la influencia del número de nudos en la altura de la planta, se puede afirmar que las variedades NB-S y Mazorca de Oro, no expresaron su potencial genético, ya que se registraron cantidades inferiores a las reportadas por el INTA (2013) siendo el número de nudos promedio para NB-S de 16 y en Mazorca de Oro de 18. El factor determinante en esta variable fue el ambiente, pues se conoce la influencia de este, en la expresión de los mejores caracteres cuantitativos en las variedades.

Arnesto y Benavides (2003); Cantarero y Martínez (2002) encontraron diferencias en el número de nudos, es importante mencionar que en ambos estudios se utilizó gallinaza como abono orgánico, el cual es considerado como uno de los abonos orgánicos de más rápida liberación de nutrientes (Giardini *et al.*, 1992); además que las condiciones hídricas fueron favorables para la liberación de nutrientes, al presentarse una distribución de lluvias favorable para el cultivo.

Olivas y Ocampo (2012); Ulloa y Zapata (2011); Báez y Marín (2010); Blessing y Hernández (2009); Moraga y Meza (2005), obtuvieron resultados similares al no encontrar diferencias para esta variable, aun cuando las condiciones hídricas fueron favorables para el cultivo.

4.3 Altura de inserción de la mazorca (cm)

En la tabla 7 se observa el comportamiento de la altura de inserción de la mazorca a los 69 días después de la siembra, los resultados obtenidos muestran que se establecen diferencias significativas por efecto de variedad ($p > f = 0.0001$) y tipo de fertilización ($p > f = 0.050$). Por efecto de variedad, los resultados se separan en tres categorías estadísticas. La local registró mejor respuesta, seguido de NB-S y Mazorca de Oro.

En cuanto al tipo de fertilización, los resultados se separan en tres categorías estadísticas, mostrando que la mayor altura de inserción de mazorca se alcanzó mediante la aplicación de fertilizante sintético seguido de la incorporación de mungo y con menor altura la aplicación de bokashi.

Tabla 7. Altura de inserción de la mazorca (cm) por variedad y por efecto de los fertilizantes

Efecto por variedad (Factor A)		Tipo de fertilización (Factor B)	
Mazorca de Oro	68 a	Bokashi	71 a
NB-S	76 b	Mungo	79 ab
Local	88 c	Sintético	82 b
DMS	8.1	DMS	10.6

Celiz y Duarte (1996) afirman que la altura de inserción de la mazorca tiene una relación directa con la altura de planta, y ésta asociada en algunos casos con el rendimiento, ya que los cultivares con mazorcas ubicadas a la altura media de la planta, tendrán mejor rendimiento. (Robles, 1990) comparte este planteamiento al señalar que las hojas superiores y las del medio de la planta son las principales suplidoras de carbohidratos.

Messmer *et al.*, (2012) señalan la importancia de las óptimas condiciones climáticas durante el proceso de fotosíntesis, puesto que la irregularidad en las temperaturas o precipitaciones detienen este proceso. Las condiciones ambientales son factores determinantes en la fotosíntesis y en consecuencia para el crecimiento de la planta (Hernández y Soto, 2012).

Los resultados muestran que la variedad local obtuvo un mejor comportamiento comprobando lo expresado por Merila y Sheldon (2001) quienes afirman que el ambiente puede tener una influencia directa en la expresión de genes cuantitativos que las variedades presentan, lo que conlleva a que las mismas expresen su mayor potencial ante condiciones similares a las cuales ellas han evolucionado o se han adaptado.

Este planteamiento se vio reflejado en las variedades mejoradas NB-S y Mazorca de Oro, al no expresar su potencial genético, ya que el INTA (2013) indica que NB-S alcanza una altura de inserción promedio de 90 cm y Mazorca de Oro de 105 cm, siendo el ambiente el principal factor limitante, en este caso por la mala distribución de las precipitaciones desde etapas tempranas del cultivo, provocó un importante déficit hídrico y de nutrientes durante la etapa de crecimiento, afectando la distribución de nutrientes hacia las hojas y posterior a la mazorca, lo que hace suponer que afectara significativamente el rendimiento.

En el caso de la fertilización, el efecto más considerable de las condiciones ambientales fue la interrupción del proceso de descomposición y la poca liberación de nutrientes, disminuyendo notablemente el efecto de los fertilizantes orgánicos especialmente el de bokashi. El efecto de la aplicación de bokashi al momento de la siembra, no tuvo efectos debido a la naturaleza de este abono, ya que se considera un compostaje incompleto e inestable (Soto, 2001), esto es que una vez aplicados al suelo incorporan una población microbiana diversa para continuar el proceso de descomposición rápida en el campo, y seguida liberación de nutrientes al suelo.

Soto (2001) manifiesta la importancia de la aplicación previa de los fertilizantes orgánicos, para el caso de bokashi de hasta 21 días antes de la siembra, de manera que coincida la liberación de nutrientes con la etapa de mayor demanda del cultivo, puesto que los factores ambientales como temperatura y humedad afectan en gran manera la mineralización a pesar de que los abonos orgánicos tienen la capacidad de retener humedad que contribuye a una mejor absorción de nutrimentos al momento de ser requeridos por el cultivo (Blessing y Hernández, 2009), si no se cuenta con las condiciones óptimas de clima estos no ejercerán efecto, al menos de manera inmediata. En este estudio la aplicación de bokashi fue al momento de la siembra lo que perjudicó la asimilación de nutrientes por la escasez de agua, en la etapa de mayor demanda del cultivo.

Mungo, aunque no presento el mejor valor, la ventaja sobresaliente de la calidad física del material incorporado, provocó que obtuviera valores considerables. A su vez estas diferencias de alturas encontradas se deben a la respuesta que dieron las plantas bajo el manejo convencional, donde se absorbieron con mayor rapidez los elementos contenidos en el fertilizante sintético, principalmente el nitrógeno, elemento indispensable para el crecimiento del cultivo.

Por lo antes planteado Kaplan *et al.*, (2013), Kass (1996) y Altieri (1995) afirman que el efecto más notorio de los abonos ricos en materia orgánica, se ve reflejado en un lapso de tiempo mucho mayor al del ciclo del cultivo, debido a la liberación lenta y progresiva de nutrientes, que es garantía de que los elementos móviles dentro del suelo como el nitrógeno, permanecen retenidos y no se pierden parcialmente. Kass (1996), señala que la disponibilidad de nutrientes en la fracción orgánica es muy variable, comparado con los fertilizantes químicos o minerales, por tanto su disponibilidad no es inmediata.

Además Parton y Schimel (1987); Jenkinson (1971), respaldan este planteamiento al afirmar que no toda la materia orgánica en el suelo es la misma, pues existen fracciones activas, lentas y pasivas con tasas de reciclaje variadas. Considerando que la fracción activa representa el 5 – 10% de la materia orgánica total del suelo y es la fracción más rápida según la tasa de reciclaje (Duxbury *et al.*, 1989), es de suponer que el efecto de los fertilizantes orgánicos sean vistos a largo plazo.

Ulloa y Zapata (2011); Cantarero y Martínez (2002) no concuerdan con los resultados obtenidos ya que al evaluar abonos orgánicos en comparación con convencional no encontraron diferencias significativas en la altura de inserción de la mazorca. De igual forma Díaz y Montenegro (2005) al utilizar la variedad NB-S, evaluando dosis y momento de aplicación, no encontraron diferencias para dosis, pero sí para momento de aplicación. Los valores de inserción de mazorca en tratamientos con humus reflejaron superioridad respecto al tratamiento con fertilizante convencional.

4.4 Diámetro de la mazorca (cm)

En la tabla 8 se observa el comportamiento del diámetro de la mazorca. Los resultados muestran que no existen diferencias significativas por efecto de variedad ($p > f = 0.464$) y tipo de fertilización ($p > f = 0.388$).

Tabla 8. Diámetro de la mazorca (cm) por variedad y por efecto de los fertilizantes

Variedad (Factor A)		Tipo de fertilización (Factor B)	
Mazorca de oro	4.37	Bokashi	4.36
NB-S	4.49	Mungo	4.47
Local	4.44	Sintético	4.48
DMS	0.2	DMS	0.2

El diámetro de la mazorca está determinado por factores genéticos e influenciados por condiciones edáficas, nutricionales y ambientales. Es un parámetro para medir el rendimiento y se forma en la etapa reproductiva de la planta, en la que se requiere de actividad fotosintética y gran absorción de agua y nutrientes, si esto es adverso afectará el tamaño de la mazorca (Saldaña y Calero, 1991).

Rivas (1993) concuerda con este planteamiento al afirmar que en la fase reproductiva, antes de la formación del diámetro de la mazorca tiene que haber ocurrido actividad fotosintética y una gran absorción de agua y nutrientes, pues de la transportación de hidratos de carbono hacia la mazorca (que es el órgano más demandante en esta etapa) dependerá la mayor proporción de esta, de lo contrario afectara este componente.

Este señalamiento se vio expresado en los resultados, pues el efecto del ambiente, precisamente el comportamiento de las precipitaciones, afectó la expresión cuantitativa de las variedades, y el aporte de nutrientes desde los abonos orgánicos.

Estos resultados concuerdan con los reportados por Olivas y Ocampo (2012); Gutiérrez y Machado (2012), Báez y Marín (2010), Moraga y Meza (2005), Cantarero y Martínez (2002) quienes no registraron diferencias significativas en el diámetro de la mazorca, aun en condiciones hídricas favorables para el cultivo. De la misma forma Ulloa y Zapata (2011) encontraron que la aplicación de abonos orgánicos e inorgánicos no tuvo efectos significativos en el diámetro de mazorca. En este estudio se presentaron problemas de sequía al igual que en el nuestro.

Díaz y Montenegro (2005) reportaron mayor diámetro de la mazorca por efecto de aplicaciones de humus y momento de aplicación en comparación al manejo convencional. De igual manera, Arnesto y Benavides (2003) encontraron que la dosis de 10 ton ha⁻¹ de gallinaza dio los mayores resultados para diámetro de mazorca respecto al uso de fertilizantes sintéticos.

4.5 Longitud de la mazorca (cm)

La tabla 9 muestra el comportamiento de la longitud de mazorca. Mostrando que no existen diferencias significativas por efecto de variedad ($p > f = 0.0571$), ni por efecto de fertilización ($p > f = 0.454$).

Tabla 9. Longitud de la mazorca (cm) por variedad y por efecto de los fertilizantes

Variedad (Factor A)		Tipo de fertilización (Factor B)	
Mazorca de oro	15.87	Bokashi	14.77
NB-S	14.59	Mungo	15.15
Local	14.90	Sintético	15.49
DMS	1.07	DMS	1.17

La longitud de la mazorca es considerada uno de los principales componentes del rendimiento, debido a que a mayor longitud de mazorca, mayor número de granos por hileras y por lo tanto mayor rendimiento de granos. Esta variable está influenciada por las condiciones ambientales (clima, suelo) y disponibilidad de nutrientes (Adetiloye, 1984).

La FAO (2001) expresa que los híbridos requieren de altos niveles de fertilización para producir bien. Es importante mencionar que según los resultados la variedad mejorada NB-S no obtuvo resultados significativos sin embargo sus valores estuvieron dentro de su media óptima (14 a 16 cm), contrario al híbrido el cual no expresó su mayor potencial

Por otra parte Somarriba (2004); Bollo (1999); Guerrero (1996); Bellapart (1996); Perdomo (1991); Tan y Nopamombodi (1979), justifican el poco efecto de los fertilizantes orgánicos en los componentes de rendimiento al mencionan que estos por poseer ventajas sobresalientes en la mejora de la fertilidad física, químicas y biológica del suelo facilitan la formación de

agregados estables con lo que mejoran la permeabilidad y retención de humedad, actuando también como hormona estimuladora del crecimiento y del desarrollo vegetal. Esto podría explicar en parte, el efecto significativo en las variables de crecimiento en comparación con los componentes de rendimiento donde no se registra respuesta.

Olivas y Ocampo (2012); Báez y Marín (2010); Díaz y Montenegro (2005); Moraga y Meza (2005); Cantarero y Martínez (2002), Concuerdan con los resultados, puesto que no encontraron diferencias en la longitud de la mazorca al evaluar abonos orgánicos.

Contrario a este comportamiento, Arnesto y Benavides (2003); Warman y Businelli (1990); Adetiloye (1984), encontraron que al evaluar variedades de maíz, estas tuvieron mejor respuesta en la longitud de mazorca con la aplicación de abonos orgánicos. Por otra parte Blessing y Hernández (2009) encontraron que el manejo convencional superó al orgánico con respecto a la longitud de mazorca.

En estudios realizados por Ulloa y Zapata (2011), mostró que la aplicación de fertilizantes convencionales y la utilización de variedades locales presentan mejores resultados respecto al manejo orgánico. Por su parte, Rodríguez y Solís (1997) evaluaron el genotipo NB-6 obteniendo diferencias en longitud de mazorca con la combinación de bokashi, estiércol y gallinaza.

4.6 Número de hileras por mazorca

Los resultados que se muestran en la tabla 10 manifiesta el comportamiento del número de hileras por mazorca. Por efecto de variedad estas se separaron en tres categorías estadísticas ($p > f = 0.0003$), se observa que Mazorca de oro presenta una mejor respuesta, seguido de NB-S y la variedad local.

En cuanto a tipos de fertilización no se registran diferencias significativas ($p > f = 0.208$).

Tabla 10. Número de hileras por mazorca según variedad y por efecto de los fertilizantes

Variedad (Factor A)		Tipo de fertilización (Factor B)	
Mazorca de oro	13.73 a	Bokashi	12.73
NB-S	12.90 b	Mungo	12.76
Local	12.24 c	Sintético	13.39
DMS	0.638	DMS	0.839

Según Pastora (1996), Tanaka y Yamaguchi (1984) el número de hileras por mazorca está relacionado con la longitud, diámetro de la mazorca, las variedades del cultivo, así como un buen nivel de fertilidad del suelo, todos factores asociadas al aumento de la masa relativa de la mazorca y al número de hileras por mazorca.

Estos resultados muestran que mazorca de oro se comporta de manera superior ante los demás genotipos, esto se atribuyen a la naturaleza genética del híbrido, el cual expresa su mayor potencial en el primer ciclo de cosecha, después de un tiempo disminuye su vigor híbrido (FAO, 2001)

Estos resultados concuerdan con estudios realizados por Báez y Marín (2010); Blessing y Hernández (2009); Moraga y Meza (2005); Cantarero y Martínez (2002); Espinoza (1999); Larios y García (1999); Celiz y Duarte (1996) los cuales no encontraron diferencias significativas en el número de hileras por mazorca al evaluar los efectos de la aplicación de fertilizantes orgánicos y sintéticos sobre variedades de maíz.

De manera distinta, Olivas y Ocampo (2012); Díaz y Montenegro (2005); Arnesto y Benavides (2003) encontraron diferencias al aplicar abonos orgánicos y fertilizante mineral, mostrando que el tratamiento orgánico resulto superior al mineral, al obtener mayor número de hileras por mazorca. No así Ulloa y Zapata (2011) registró que la aplicación de fertilizante sintético y la variedad criolla evaluada presentaron mayor cantidad de hileras por mazorca.

4.7 Número de granos por hileras

En la tabla 11 se presenta el comportamiento del número de granos por hilera, los resultados muestran que no existe diferencias significativas por efecto de variedad ($p > f = 0.0890$) ni por efecto de fertilización ($p > f = 0.591$).

Tabla 11. Número de granos por hilera según variedad y por efecto de los fertilizantes

Variedad (Factor A)		Tipo de fertilización (Factor B)	
Mazorca de oro	28.52	Bokashi	25.45
NBS	25.40	Mungo	26.16
Local	25.00	Sintético	27.30
DMS	3.44	DMS	3.73

Blandón y Smith (2001) explican que el número de granos por hileras está influenciado por el número de óvulos por hileras, humedad, disponibilidad de nutrientes, densidad y profundidad de raíces, así como de cantidades adecuadas de nitrógeno.

Es importante mencionar también que, desde el punto de vista fisiológico la deficiencia de agua en la época cercana a la floración tiene un efecto multiplicador sobre el rendimiento, porque reduce la formación de reservas. La FAO (2001); Westgate (1994), afirman que el número de granos por mazorca, puede reducirse a causa de dificultades en la polinización o porque los óvulos fertilizados detienen su crecimiento.

Los resultados obtenidos se deben a la poca cantidad e inadecuada distribución de las precipitaciones, lo que provocó que las variedades no expresaran sus potenciales. Los efectos de la sequía en maíz, cuando ocurre en etapas tempranas del desarrollo reproductivo se manifiestan, en una reducción del número de granos, debido principalmente a la aborsión del ovario o esterilidad del polen, esto provoca la inhibición de la fotosíntesis y disminuye el flujo de fotosintatos a los órganos en desarrollo (Boyer y Westgate 2004). Al momento de la floración, el efecto del estrés hídrico excesivo resulta en granos vacíos o en una seria reducción del número de granos de la mazorca.

A su vez la aplicación de fertilizantes orgánicos y sintéticos no ejerce efecto para producir mayor granos por hilera. Este resultado coincide con los datos obtenidos por Báez y Marín (2010); Blessing y Hernández (2009); Moraga y Meza (2005); Cantarero y Martínez (2002) quienes no encontraron diferencia significativa al evaluar el número de granos por hilera en sus diferentes tratamientos, al aplicar fertilizantes orgánicos y convencionales en variedades de maíz a pesar que las condiciones climáticas fueron favorables.

Díaz y Montenegro (2005), encontró diferencias significativas en esta variable, notándose que los tratamientos con humus se muestran superiores en relación al tratamiento de manera convencional, además Altieri (1995) menciona que la superioridad de los abonos orgánicos se nota después de la utilización continua en las áreas de cultivo, Arnesto y Benavides (2003), en su estudio encontró diferencias al aplicar 20 ton ha⁻¹ de gallinaza en óptimas condiciones climáticas, resultando superior el sistema orgánico sobre el convencional.

De manera distinta Olivas y Ocampo (2012); Ulloa y Zapata (2011) encontraron diferencias significativas, donde el manejo convencional produjo la mayor cantidad de granos por hileras, y el tratamiento orgánico obtuvo el menor resultado, esto se puede atribuir a que los fertilizantes sintéticos son de rápida acción, disponen prontamente los nutrientes para los cultivos.

4.8 Peso de 100 granos (g)

En la tabla 12 se observan los resultados en cuanto al peso de 100 granos. Por efecto de variedad los resultados se separan en dos categorías estadísticas ($p > f = 0.0064$). Se aprecia que las variedades Mazorca de Oro y NB-S, fueron las que registraron menor peso con respecto a la variedad local, la cual presento el mejor resultado.

En cuanto a tipos de fertilización no se encuentran diferencias significativas ($p > f = 0.697$).

Tabla 12. Peso de 100 granos (g) por variedad y por efecto de los tipos de fertilizantes

Variedad (Factor A)		Tipo de fertilización (Factor B)	
Mazorca de oro	31.44 a	Bokashi	32.44
NB-S	32.37 a	Mungo	33.40
Local	34.73 b	Sintético	32.69
DMS	1.978	DMS	2.406

El peso del grano es dependiente de la variedad, lo que a su vez está determinado por la eficiencia de los procesos desarrollados por las hojas y el tallo, la nutrición mineral, así como las condiciones hídricas durante el llenado del mismo (Blessing y Hernández 2009). También el peso del grano está determinado por la materia orgánica fotosintetizada y las condiciones de traslado de materia orgánica a los granos así como el llenado de estos (Cantarero y Martínez, 2002).

Este componente está relacionado con la duración y la cantidad de radiación interceptada, durante la fase de llenado y es afectado por la escases de agua, pues determina el peso final del grano (INTA, 2009). Si ocurre déficit hídrico durante el llenado del grano, que es el que determina el peso del grano, la duración del período de llenado se detiene; esto ocurre a causa de una reducción en la fotosíntesis y una aceleración de la senescencia foliar, ocasionando una disminución en el potencial de rendimiento (FAO, 2001).

Moss y Downey (1971), encontraron una reducción en rendimiento que por estrés hídrico alcanza valores de entre el 21 y 40%; siendo el peso del grano el componente más afectado (NeSmith y Ritchie 1992). Esta variable demuestra la capacidad de trasladar nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo al grano en la etapa reproductiva, su movilización contribuye al rendimiento en una producción que difiere con las variedades y las condiciones del medio ambiente.

Somarriba (1998), señala que durante el llenado de grano, el principal efecto de la sequía es reducir el tamaño de estos. Al presentar la planta su periodo de floración, dos semanas antes o dos semanas después de la emisión del estigma, el maíz es sensible al estrés hídrico, afectándose el peso del grano.

Los resultados obtenidos comprueban este planteamiento, ya que la deficiencia hídrica desde etapas tempranas del cultivo, hasta la fase reproductiva y productiva donde se notaron los efectos más grandes pues las precipitaciones fueron bajas afectaron el peso del grano, que probablemente será de relevancia en el rendimiento total.

Olivas y Ocampo (2012); Ulloa y Zapata (2011); Báez y Marín (2010); Blessing y Hernández (2009); al evaluar el peso de 100 granos bajo condiciones de fertilización orgánica y sintética, no encontraron diferencias estadísticas diferentes, coincidiendo con los resultados obtenidos en este estudio, a pesar que dispusieron de riego, excepto Ulloa y Zapata (2011), en la cual hubo irregularidad de lluvias.

Arnesto y Benavides (2003) al evaluar la variedad NB-S en condiciones de fertilización orgánica (gallinaza) y manejo convencional, se encontró que la aplicación de 10 ton ha⁻¹ de gallinaza registró el mayor peso de 100 granos, respecto al tratamiento convencional, es importante mencionar que las lluvias durante el cultivo fueron favorables.

4.9 Rendimiento (kg ha⁻¹)

En la tabla 13 se presentan los resultados del rendimiento, por efecto de variedad, los datos se separan en tres categorías estadísticas ($p > f = 0.0038$). Mazorca de oro obtuvo un mejor rendimiento, seguido de la variedad local y NB-S.

En el caso de tipos de fertilización no se registran diferencias significativas ($p > f = 0.711$).

Tabla 13. Rendimiento en kg ha⁻¹ por variedad y efecto de los fertilizantes

Variedad (Factor A)		Tipo de fertilización (Factor B)	
Mazorca de oro	1 580.37 a	Bokashi	1 176.32
NB-S	875.63 b	Mungo	1 188.18
Local	1 233.98 ab	Sintético	1 325.48
DMS	386.09	DMS	482.02

El rendimiento depende de los recursos que existen en el medio, también del potencial genético influenciado por factores biológicos y ambientales (Moraga y Meza, 2005).

Ñústez (2009) señala que la asimilación de nutrientes y su distribución dentro de la planta, son procesos importantes que determinan la productividad del cultivo. El estudio de los patrones de asignación de nutrientes hacia las diferentes partes de la planta, la variabilidad de estos patrones entre cultivares y el efecto de las condiciones ambientales en el proceso, pueden ayudar a maximizar la productividad y a seleccionar cultivares para un propósito particular.

Los factores climáticos como temperatura y precipitación pueden influir en la distribución a corto plazo de nutrientes producidos en la fotosíntesis, como consecuencia de la respuesta de la potencia de demanda de los órganos individuales a los cambios de las condiciones externas, y también, a largo plazo, a través del efecto que ejercen sobre el número de órganos en desarrollo que crecen en la planta (Piel y Gálvez, 2005).

La presencia de temperaturas altas, frecuentemente asociadas con la falta de agua durante las etapas de polinización, fecundación y desarrollo del grano, tienen efectos adversos directamente sobre el rendimiento del cultivo, debido a que provoca la desecación de los estigmas o de los granos de polen y la reducción de la tasa y/o duración del período de llenado de grano, afectando así el número y peso individual de los mismos (Lafitte, 2010; FAO, 2001; Bassetti y Westgate, 1993).

El efecto más significativo del ambiente sobre la fisiología de la planta, afectó severamente el proceso de fotosíntesis, absorción y distribución de nutrientes a los órganos demandantes (Hernández y Soto, 2012) y alcanzó su punto extremo en la etapa de mayor demanda de nutrientes afectando el llenado de grano, lo que marcó de manera negativa la productividad del cultivo.

Según las condiciones climáticas registradas en el ciclo del estudio la demanda hídrica requerida por el cultivo no fue suplida pues este necesita de 500-800 mm por ciclo, requiriendo cantidades mínimas de 2 mm por día en su etapa de desarrollo y 6.5 mm en su etapa reproductiva (INTA, 2001), y en este ciclo de estudio se registró un total de 383.5 mm por lo que el rendimiento se vio seriamente afectado.

De acuerdo a los potenciales productivos de las variedades, estas poseen un rendimiento aproximado de 5 499 kg ha⁻¹ para el híbrido Mazorca de Oro y entre 2 911 kg ha⁻¹ para NB-S (INTA, 2013), valores que resultaron inferiores en ambas variedades.

A pesar que la variedad local utilizada en este ensayo no registro el mejor rendimiento, obtuvo el segundo mejor resultado, superando a la variedad mejorada NB-S. Es importante resaltar el valor de las variedades locales en Nicaragua y demás países, ya que en estudios realizados por Toledo y Arcanjo (2006), encontraron que las variedades locales presentaron los mejores resultados en sistemas de producción orgánica en comparación con las variedades mejoradas. Machado y Machado (2004) mencionan que las variedades locales, presentan un alto potencial de adaptación, observando en los sistemas ecológicos de producción, resistencia y tolerancia a diferentes tipos de estrés.

En cuanto a la nutrición, la aportación y disponibilidad de nutrientes por parte de los fertilizantes se vio seriamente afectada por las condiciones ambientales antes mencionadas, coincidiendo con la FAO (2001) quien menciona que la descomposición de la materia orgánica depende de las características físicas del material añadido al suelo, de la actividad microbiana, la temperatura y el nivel de humedad del suelo; condición que afecta también, la efectividad de los fertilizantes sintéticos.

Además los resultados del rendimiento evidencian los planteamientos realizados por Kaplan *et al.*, (2013); Herrán y Sañudo (2008); Seguel *et al.*, (2003); Kass (1996) y Altieri (1995), quienes afirman que el efecto más significativo de los abonos orgánicos, se ve reflejado posterior a tres o cuatro años, dependiendo del manejo del suelo y de los factores ambientales, los que debido a la su lenta y progresiva liberación de nutrientes, paulatinamente el suelo

restituirá los procesos de formación y degradación de la materia orgánica, hasta llegar a un nivel donde sólo requerirá una mínima cantidad de nutrientes para mantener dicha actividad, sin embargo, durante este proceso mejorará la fertilidad del suelo.

Por otra parte Matheus *et al.*, (2007) mencionan que los fertilizantes químicos por ser sales solubles altamente concentradas, tienen corta acción residual, situación que no ocurre en los abonos orgánicos, cuya fuente principal es la materia orgánica, reservorio de nutrientes, liberándolos de forma más lenta dependiendo de diversos factores como el tipo de material genético, sus características, condiciones biológicas y edáficas. Además de ser un esencial constituyente y de acción reparadora en el suelo, por esta razón toman ventajas sobresalientes a largo plazo sobre los fertilizantes inorgánicos.

Otro factor importante que justifica este resultado es el ciclo corto del cultivo, coincidiendo con lo mencionado por Incer y Gutiérrez (2008); Widdowson (1996) quienes aseveran que la liberación de nutrientes por parte de los abonos orgánicos a través del tiempo es lenta y el ciclo del cultivo tiene importancia en el efecto de estos fertilizantes, ya que entre menos sea el tiempo que el cultivo se encuentre en el campo, el efecto será menos relevante, debido al periodo de transición que sufre el suelo luego de la incorporación de materia orgánica.

Olivas y Ocampo (2012); Báez y Marín (2010); Moraga y Meza (2005); Rodríguez y Solís (1997), coinciden con los resultados encontrados puesto que, no registraron diferencias significativas al evaluar el rendimiento del maíz bajo fertilización orgánica a pesar que las condiciones climáticas fueron favorables.

Resultados similares fueron encontrados por Ulloa y Ocampo (2011), quienes no encontraron diferencias significativas, al evaluar tratamientos convencionales y orgánicos considerando que en el ciclo del cultivo ocurrió un periodo de sequía prolongado, lo cual impidió que el cultivo expresara su potencial. Así mismo, en este estudio se evaluaron genotipos locales y mejorados (NB-6 y NB-S), resultando superior las variedades locales.

De manera distinta, Blessing y Hernández (2009); Díaz y Marín (2005); Arnesto y Benavides (2003); Cantarero y Martínez (2002), encontraron que la aplicación de abonos orgánicos produjeron los mejores resultados en comparación con los fertilizantes minerales.

Los resultados encontrados por Blessing y Hernández (2009) se debe a que la aplicación de abonos orgánicos se ocurría por segundo año consecutivo. Lo que confirma el planteamiento de Altieri (1995) quien señala el efecto residual de los mismos.

V. CONCLUSIONES

Por efecto de factores independientes la aplicación de fertilizantes sintéticos y el uso de la variedad local mostraron el mejor comportamiento en altura de planta y altura de inserción de la mazorca.

El híbrido mazorca de oro registró el mayor número de hileras por mazorca y rendimiento mientras que la variedad local mayor peso de 100 granos.

VI. RECOMENDACIONES

Repetir este estudio en la misma zona para poder obtener un resultado más preciso del efecto de los fertilizantes orgánicos sobre el crecimiento y rendimiento de la variedad local en condiciones climáticas contrastantes a la época lluviosa ocurrida durante este estudio, así como el efecto en el tiempo de la fertilización orgánica.

VII. LITERATURA CITADA

- Adetiloye, PO. 1984. Response maize and ear shoot characters growth. Factors in southern Nigeria field, crop research and international journal. US. p. 265-277.
- Altieri, M. 1999. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo, AR. 73 p.
- Altieri, M. 1995. Agroecología: creando sinergia para la agricultura sostenible. 63 p.
- Arnesto Zamora, G; Benavides Sevilla, V. 2003. Evaluación del efecto de la fertilización mineral y orgánica (gallinaza) en el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) Variedad NB-S en la estación experimental “la compañía”, época de primera 2002. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 59 p.
- Arzola, PN; Fundora, HO; Machado, AJ. 1981. Suelo, planta y abonado. La Habana, CU. 461 p.
- Avelares Santos, JJ; Cuadra Romano, M; Salmerón Miranda, F. 2003. Texto básico de agroecología. Managua, NI. 108 p.
- Báez Espinoza, JJ; Marín López, JR. 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, 2009. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 18 p.
- Bassetti, P; Westgate, ME. 1993. Water deficit affects receptivity of maize silks. Crop Science. 33: 279-282.
- Bellapart, C. 1996. Nueva agricultura biológica en equilibrio con la agricultura química. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona, ES. 298 p.
- Blessing Ruiz, DM; Hernández Morrison GT. 2009. Comportamiento de variables de crecimiento y rendimiento en maíz (*Zea mays* L.), variedad NB-6 bajo prácticas de fertilización orgánica y convencional en la finca El Plantel. 2007-2008. (en línea). Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. Consultado: 13 sept. 2013. Disponible: <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01b647.pdf>
- Blandón, EJ; Smith, AZ. 2001. Efectos de diferentes niveles de nitrógeno y densidades de siembra sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivos del maíz (*Zea mays* L.), var. NB-6. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 33 p.
- Bollo, E. 1999. Lombricultura, una alternativa de reciclaje. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona, ES. 150 p.

- Boyer, JS; Westgate, ME. 2004. Grain yields with limited water. *Journal of Experimental Botany*. 55(407):2385-2394.
- Castillo Cajina, R; Bird Moreno, R. 2013. Caracterización del Cultivo de Maíz en Nicaragua: Un análisis de Varianza de los Determinantes del Rendimiento. (en línea). Banco central de Nicaragua. Consultado: 6 feb. 2015. Disponible en: http://www.bcn.gob.ni/estadisticas/estudios/2014/DT33_Documento_final_Caracterizacion_del_maiz.pdf
- Cantarero Herrera, RJ; Martínez Torrez, OA. 2002. Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno, y un fertilizante mineral) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Variedad NB6. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 48 p.
- Celiz, G; Duarte, CR. 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.). Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 37 p.
- Córdoba, 1990. Estimación del parámetro de estabilidad para determinar las respuestas de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) a ambiente constante de Centro América, Panamá y México PCCMCA, 1990. Programa regional de maíz del CIMMYT para Centro América, Panamá y el Caribe. Distrito Federal, MX. 27 p.
- Díaz Rivera, D; Montenegro Rugama, WN. 2005. Evaluación de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) Variedad NB-S. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 39 p.
- Duxbury, JM; Smith, MS; Doran, JW. 1989. Soil organic matter as a source and sink of plant nutrients. University of Hawaii Press. Honolulu. p. 33-67.
- Espinoza, JJ. 1999. Efectos de diferentes arreglos topológicos de maíz (*Zea mays* L.) y frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos, dinámica de las malezas y uso equivalente de la tierra. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. p. 12-20
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, IT). 2001. Maíz en los trópicos. Departamento de agricultura. (en línea). Consultado 28 jun. 2013. Disponible: <http://www.fao.org/DOCREP/003/X7650S/X7650S00.HTM>
- Fernández Hernández, C; Cisne Contreras, JD. 2002. Efecto de biofertilizantes sobre el crecimiento y desarrollo del maíz (*Zea mays* L.), variedad NB-6. *Revista La Calera*. 2(2):15-17

- García, L. 2007. Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. 206 p.
- García, L. 2006. Uso de abonos verdes en cultivos agrícolas. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. 19 p.
- Giardini, LF; Pimpini, M. Borin, G. 1992. Effects of poultry manure and mineral fertilizers on the yield of crops. J. Agric. Sci. no.118: 207-213.
- 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
- Gutiérrez Melgara, JE; Machado Salgado, G. 2012. Efecto de la fertilización orgánica y sintética sobre el crecimiento y rendimiento de tres variedades de maíz (*Zea mays* L.), y su rentabilidad económica en Dulce nombre de Jesús, Darío, Matagalpa, 2009. (en línea). Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. Consultado: 13 ene. 2014. Disponible: <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04g984.pdf>
- Guerrero, A. 1996. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ediciones Mundi-Prensa. Bilbao, ES. 206 p.
- Greulach, V; Adams J. 1980. Las plantas. Introducción a la botánica moderna. Distrito Federal, MX.
- Hernández Córdova, N; Soto Carreño, F. 2012. Influencia de tres fechas de siembra sobre el crecimiento y la relación fuente-demanda del cultivo del maíz (*Zea mays* L.). Cultivos Tropicales. 33(1):28-34
- Herrán, J; Sañudo, R. 2008. Importance of organic manures. 62 p.
- Incer Calero, LM; Gutiérrez Masis, RJ. 2008. Utilización de diferentes abonos orgánicos y su efecto en el crecimiento y rendimiento de pipián (*Cucúrbita argyrosperma* L.), en la finca el plantel, Masaya. 2007. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 29 p.
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2013. Catálogo de semillas de granos básicos. Managua, NI. 72 p.
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2010. Guía técnica para la producción de maíz (*Zea mays* L). Managua, NI. 2da edición. 36 p.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios territoriales). 2012. Datos meteorológicos de precipitaciones, temperatura, humedad relativa. Departamento de estadísticas de meteorología. Managua, NI.

- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios territoriales). 2011. Datos meteorológicos de precipitaciones, temperatura, humedad relativa. Departamento de estadísticas de meteorología. Managua, NI.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios territoriales). 2010. Datos meteorológicos de precipitaciones, temperatura, humedad relativa. Departamento de estadísticas de meteorología. Managua, NI.
- Jenkinson, DS. 1971. Studies on the descomposition of 14C labelled organic matter in soil. *Soil Science*. 11:64-70.
- Kaplan, L.; Tlustoš, P; Száková, J; Najmanová, J. 2013. The influence of slow-release fertilizers on potted chrysanthemum growth and nutrient consumption. *Plant Soil Environ*. 59:385-391.
- Kass, D. 1996. Fertilidad de suelo. Editorial Jorge Núñez Solís. Primera edición. San José, CR. 272 p.
- Lafitte, HR. 2010. Identificación de problemas en la producción de maíz tropical. Guía de campo. Distrito Federal, MX. CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). p. 20-43.
- Larios G, RC; García, CM. 1999. Evaluación de tres dosis de gallinaza, compost, y un fertilizante mineral en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.), variedad NB-6. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 92 p.
- Machado, AT; Machado, CT. 2004. Management of genetic diversity of maize in agricultural communities in Brazil. *Strategies and Tactics of Sustainable Agriculture in the Tropics*. no.2:181-195.
- 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.
- Messmer, M; Hinderman, I; Rengeld, Z; Thorup, K. 2012. 1^a ed. *Organic crop breeding*. Oregon, US. p. 15-32.
- Merila, J; Sheldon, BC. 2001. Avian quantitative genetics. *Curr Ornithol*. no.16:179-255.
- Meza, PA; Macías, MS; Mejía Contreras, JA; Molina Galán, J; Espinosa Calderón, A; Gómez Montiel, NO; Valdivia Bernal, R. 2014. Genotype-environment interaction in tropical maize varieties developed for the tropical region of Veracruz, Mexico. *INTERCIENCIA*. 39(2):180-184
- 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 Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 43 p.
- Moss, GI; Downey, LA. 1971. Influence of drought stress on female gametophyte development in corn (*Zea mays* L.) and subsequent grain yield. *Crop Science*. no.11:368-372.
- NeSmith, DS; Ritchie, JT. 1992. Maize (*Zea mays* L.) response to a severe soil water-deficit during grainfilling. *Field Crops Research*. no.29:23-35.
- Ñústez, CE. 2009. Dry matter allocation and partitioning of four potato varieties (*Solanum tuberosum* L.) in zipaquirá, Cundinamarca, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*. 62(1):4823-4834.
- Olivas Orozco, NB; Ocampo Tercero, FG. 2012. Efecto de la fertilización orgánica versus fertilización sintética sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), El Plantel, Masaya, 2010. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 26 p.
- Orozco, ME. 1996. Efecto de tres niveles de gallinaza en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 54 p.
- Pastora, R.1996. Evaluación de arreglos de siembra de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos y su uso equivalente de la tierra. Tesis Ing Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 43 p.
- Perdomo, AL. 1991. 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, CU. 180 p.
- Parton, WJ; Schimel, DS. 1987. Analysis of factors controlling soil organic matter levels in Great Plains grasslands. *Soil Science*. 51:1173-1179.
- Pérez, P; Rodríguez, E. 2010. Ministerio de la agricultura. Guía técnica para la producción del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Instituto de investigaciones hortícolas Liliana Dimitrova. 11 p.
- Piel, RM; Gálvez, JL. 2005. Dry-matter partitioning as a determinant of greenhouse fruit vegetable crops production. *Agrociencia*. 11(1):5-11.
- Rabí, O; Pérez, P; Hung, J; Piedra, F. 2001. Guía técnica para la producción del cultivo del maíz. 12 p.
- Reyes, CP. 1990. El maíz y su cultivo. Distrito Federal, MX. 460 p.

- Rivas, PS. 1993. Influencia de cultivos antecesores y métodos de control sobre la cenosis de malezas, crecimiento y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) variedad H-503. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 42 p.
- Robles Sánchez, R. 1990. Producción de granos y forrajes. Distrito Federal, MX. 600 p.
- Rodríguez Lacayo, JL; Solís Término JA. 1997. Evaluación de 4 tipos de biofertilizantes (embokashi) sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.). Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 39 p.
- Saldaña, F; Calero, M. 1991 Efecto de rotación de cultivos y control de malezas sobre la cenosis de las malezas en los cultivos de maíz (*Zea mays* L.); Sorgo (*Sorghum bicolor* L.) y pepino (*Cucumis sativus* L). Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 63 p.
- Seguel, S; García, V; Casanova, P. 2003. Variación en el tiempo de las propiedades físicas de un suelo con adición de fertilizantes orgánicos. CL. Agricultura Técnica. 63(3):287-297.
- Somarriba, RC. 1998. Texto granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 57 p.
- Somarriba, R. 2004. Producción de humus con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) como una alternativa tecnológica para una agricultura sostenible. Managua, NI. 20 p.
- Soto, G. 2001. Abono orgánicos: producción y uso de compost. Fertilidad de Suelos y Manejo de la Nutrición de Cultivos en Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 2001. 12 p.
- Tanaka AJ; Yamaguchi J. 1984. Producción de materia seca. Componentes del maíz. Colegio post grado. Chapingo, MX. p 37
- Nopamombodi, V. 1979. Effect of different levels of Humic acids on nutrient content and growth of corn (*Zea mays*). Plant and soil. 51: 283-287.
- Toledo Machado, A; Arcanjo Nunes, J; Torres Machado, C; Lourenco Nass, L; Rocha Bettero, F. 2006. Mejoramiento participativo en maíz: su contribución en el empoderamiento comunitario en el municipio de Muqui, Brasil. (en línea). Agronomía Mesoamericana. 17(3):393-405. Consultado 8 feb. 2015. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v17n03_393.pdf
- Ulloa Sánchez, RA; Zapata Fava, GJ. 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. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 24 p.
- Warman; Businelli, M.1990. Aplicaciones del compost en agricultura. Agrochimida. BR. 35 p.

Westgate, ME. 1994. Water status and development of the maize endosperm and embryo during drought. *Crop Science*. 34:76-83.

Widdowson. 1996. *Hacia una agricultura holística, un enfoque científico*. Editorial Hemisferio sur. Buenos Aires, AR. 270 p.



*"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"*