



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA SEDE JUIGALPA

## Trabajo de Graduación

Efecto de la fertilización inorgánica sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de tres variedades de maíz (*Zea mays* L.), Comarca Apompuá, Juigalpa, postrera 2014

### AUTORES

Br. Yader Jesús Aragón Chavarría  
Br. James Hipólito Pineda Sequeira

### ASESORES

MSc. Digno Marvin Fornos Reyes  
Dr. Víctor Manuel Aguilar Bustamante

Juigalpa, Chontales, Nicaragua  
Marzo, 2016



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA SEDE JUIGALPA

## Trabajo de Graduación

Efecto de la fertilización inorgánica sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de tres variedades de maíz (*Zea mays* L.), Comarca Apompuá, Juigalpa, postrera 2014

### AUTORES

Br. Yader Jesús Aragón Chavarría  
Br. James Hipólito Pineda Sequeira

### ASESORES

MSc. Digno Marvin Fornos Reyes  
Dr. Víctor Manuel Aguilar Bustamante

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

Juigalpa, Chontales, Nicaragua  
Marzo, 2016

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Sección	Página
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1 Ubicación del ensayo	4
3.2 Diseño metodológico	4
3.3 Manejo agronómico	6
3.4 Variables evaluadas	6
3.4.1 Durante el crecimiento del cultivo	7
3.4.2 Durante el desarrollo de la planta	7
3.4.3 Componentes de rendimiento	8
3.5 Análisis estadísticos	9
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
4.1 Efectos de la fertilización inorgánica sobre el crecimiento y desarrollo del maíz	10
4.2 Efectos de la fertilización inorgánica sobre el rendimiento del maíz	13
4.3 Análisis económico	20
V. CONCLUSIONES	21
VI RECOMENDACIONES	22
VII. LITERATURA CITADA	23
VIII ANEXOS	25

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de graduación es un éxito muy importante en mi vida, por tal motivo quiero dedicarlo a:

Dios nuestro creador, por darme sabiduría y fuerzas para seguir adelante, por darme la oportunidad de alcanzar mis metas.

A mis abuelos Herminio Aragón Murillo y Olivia Cienfuego Téllez, porque fueron un pilar fundamental en mis estudios, por darme su apoyo cada día.

A mis tíos Karla Vanessa Aragón Cienfuego, Gustavo Herminio Aragón Cienfuego, Raúl Cienfuego y Florentín Cienfuego, quienes me dieron su apoyo y fueron parte de este éxito. A mi familia, por brindarme su apoyo.

A mis padrinos Carlos Flores Mairena y a su esposa Lourdes Rivera Angulo, quienes me dieron su apoyo y fueron parte de este éxito.

A cada uno de los profesores, que durante cinco años compartieron sus conocimientos y que fueron parte en la formación de mis estudios universitarios.

A todos ellos por estar en este trayecto y que fueron parte de mi formación profesional.

Br. Yader Jesús Aragón Chavarría

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de graduación es un éxito muy importante en mi vida, por tal motivo quiero dedicarlo a:

Dios nuestro creador, por darme sabiduría y fuerzas para seguir adelante, por darme la oportunidad de alcanzar mis metas.

A mis padres Hipólito Pineda y María Genara Sequeira López; hermanos y demás familiares, porque fueron un apoyo esencial en mis estudios y darme su tiempo incondicional en todo momento.

A mi esposa Marileth López Báez, por ser una persona muy especial y compartir momentos buenos y difíciles durante los estudios de mi carrera.

A cada uno de los profesores, que durante cinco años compartieron sus conocimientos y que fueron parte en la formación de mis estudios universitarios.

A todos ellos por estar en este camino y que fueron parte de mi formación profesional.

Br. James Hipólito Pineda Sequeira

## AGRADECIMIENTOS

Por este trabajo de graduación, agradecemos primeramente a Dios nuestro creador, ya que nos ha permitido concluir con éxito nuestro trabajo investigativo.

A nuestros asesores: Ing. MSc. Digno Marvin Fornos Reyes y al Dr. Víctor Manuel Aguilar Bustamante, por confiar en nosotros y brindarnos la oportunidad de llevar a cabo este trabajo investigativo a través del cual veremos coronar con éxito nuestra carrera.

A los docentes: Ing. Jorge Sobalbarro, Ing. Luis Manuel Luna e Ing. Sergio Cantarero, por su apoyo en la elaboración de nuestro trabajo de graduación.

A todos nuestros compañeros de clase por compartir con nosotros buenos y malos momentos durante estos cinco años de formación profesional.

A todas aquellas personas que sin ningún interés nos brindaron su apoyo a lo largo de este trayecto de nuestras vidas como es la realización de nuestro trabajo de graduación.

El sendero por la Universidad Nacional Agraria ha finalizado, pero nuestros conocimientos, recuerdos y agradecimientos serán eternos y estamos seguros de que la amistad y el apoyo brindado fueron sinceros y de gran ayuda para hacer de nosotros personas capaces de cumplir con nuestras metas y retos futuros.

A todos y cada uno de ellos muchas gracias

Br. Yader Jesús Aragón Chavarría  
Br. James Hipólito Pineda Sequeira

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Tratamientos en estudio	5
2. Días hasta la antesis masculina (DAM), días hasta la emisión de estigmas (DEE) y senescencia de la hoja de la mazorca (SHM), de tres variedades de maíz y dos dosis de fertilización, durante la época de postrera, en la localidad de Apompuá, Juigalpa, postrera 2014	10
3. Altura de la planta (AP), altura de la mazorca (AM), diámetro de la planta (DP) y número de nudos (NDN), de tres variedades de maíz y dos dosis de fertilización, durante la época de postrera, en la localidad de Apompuá, Juigalpa, postrera 2014	12
4. Longitud de la hoja (LH), ancho de la hoja (AH) y peso seco de 10 plantas (PSP), de tres variedades de maíz y dos dosis de fertilización, durante la época de postrera, en la localidad de Apompuá, Juigalpa, postrera 2014	13
5. Acame del tallo (AT), acame de la raíz (AR), peso de la mazorca (PM), longitud de la mazorca (LM), diámetro de la mazorca (DM), de tres variedades de maíz y dos dosis de fertilización, durante la época de postrera, en la localidad de Apompuá, Juigalpa, postrera 2014	14
6. Número de hileras por mazorca (NHM), número de granos por hilera (NGH) y número de granos por mazorca (NGM), de tres variedades de maíz y dos dosis de fertilización, durante la época de postrera, en la localidad de Apompuá, Juigalpa, postrera 2014	16
7. Peso de 1000 granos (PMG), longitud del grano (LG), ancho del grano (AG) y espesor del grano (EG), de tres variedades de maíz y dos dosis de fertilización, durante la época de postrera, en la localidad de Apompuá, Juigalpa, postrera 2014	17
8. Resultado de análisis de presupuesto parcial realizado a los tratamientos evaluados, de tres variedades de maíz y dos dosis de fertilización, durante la época de postrera, en la localidad de Apompuá, Juigalpa, postrera 2014	20

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1.	Rendimiento $\text{kg ha}^{-1}$ , de tres variedades de maíz, durante la época de postrera, en la localidad de Apompuá, Juigalpa, postrera 2014	18
2.	Rendimiento $\text{kg ha}^{-1}$ , de dos dosis de fertilización, durante la época de postrera, en la localidad de Apompuá, Juigalpa, postrera 2014.	19
3.	Rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de seis tratamientos de maíz, durante la época de postrera, en la localidad de Apompuá, Juigalpa, postrera 2014	19



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se estableció en la postrera entre los meses de Agosto y Diciembre de 2014, en la finca Santa Martha propiedad del productor Daniel Báez, ubicada en el km 151 Carretera Managua – Rama, cuya altitud promedio es de 150 msnm. El objetivo de la investigación fue comparar el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo maíz, variedades NB-6, Maizón y Olotillo. Se establecieron seis tratamientos, manejado con dos dosis de fertilización inorgánica (b1 129 kg de 12-30-10 + 129 kg de urea 46 % y b2 373 kg de 18-46-0 + 359 kg de urea 46 %). El tamaño de la parcela experimental fue de 40 m<sup>2</sup> (8 m x 5 m) y el tamaño de cada parcela útil fue de 9.6 m<sup>2</sup> (3.2 m x 3 m), para ambos tratamientos. Las variables evaluadas fueron; altura de planta, altura de la mazorca, diámetro de la planta, longitud de la hoja, ancho de la hoja, número de nudos, días hasta la antesis masculina, días hasta la emisión de estigmas, senescencia de la hoja de la mazorca, acame del tallo, acame de la raíz, longitud del grano, ancho del grano, espesor del grano, peso seco de 10 plantas, número de granos por mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, peso de mazorca, peso de mil granos y rendimiento. Todos los datos fueron analizados en el Software Statistical Analysis System versión SAS 9.1. Se realizó análisis de varianza (ANDEVA) y comparación de medias con la prueba de Tukey. Los resultados muestran que hubo diferencia significativa para las variables de crecimiento, altura de la mazorca, diámetro de la planta, longitud de hoja y ancho de hoja, tomadas después de la floración. Se encontró diferencia significativa para las variables de rendimiento; granos por mazorca, número de hileras por mazorca y diámetro de la mazorca. La variedad que obtuvo mayor rendimiento fue NB-6 con las dos dosis de fertilización (a1b2 y a1b1), con un rendimiento de 4,591 kg ha<sup>-1</sup> (a1b2) y 4,318 kg ha<sup>-1</sup> (a1b1). La dosis de fertilización que obtuvo mayores rendimientos fue el tratamiento b2 (373 kg de 18-46-0 + 359 kg de urea 46 %) con un rendimiento de 4,227 kg ha<sup>-1</sup> y el tratamiento b1 (129 kg de 12-30-10 + 129 kg de urea 46 %) con un rendimiento de 3,848 kg ha<sup>-1</sup>.

## ABSTRACT

This investigative work is established in the second season of 2014, between August and December, in Santa Martha farm which owns to the farmer Daniel Báez, located in Managua-Rama road, km 151 whose average altitude is 150 msnm. The main objective of this research was to compare the growth, development and efficiency of corn crop, variety NB-6, Maizón and Olotillo. It was established 6 sorts of framing treatments, managed with 2 dose of inorganic fertilization (b1 129 kg of 12-30-10 + 129 kg of urea 46% and b2 373 kg of 18-46-0 + 359 kg of urea 46%). The size of the experimental plot was 40 m<sup>2</sup> (8 m x 5m) and the size of every useful plot was 9.6 m<sup>2</sup> (3.2 m x 3 m), for both farming treatments. The variables evaluated were; plant height, cob of the corn height, diameter of the plant, length of the leaf, width of the leaf, number of leaf knots, days until the male anthesis, days until silking stage, senescence of the cob's leaf, stalk lodging, acame of the root, length of the grain, width of the grain, thickness of the grain, dry weight of 10 plants, number of grains per cob, number of grains per row, length of the cob, diameter of the cob, weight of the cob, thousand grains weight and crop performance. All of data was analyzed on software statistical analysis system version sas 9.1. It was performed the analysis of variance (ANDEVA) and the comparison of mean with turkey test. The final results show there were significant differences for growth variables, height of the cob, diameter of the plant, length of the leaf, and width of the leaf, taken after the flowering stage. It was found significant differences for performance variables; grains per cob, number of rows per cob and diameter of the cob. The variety which reached a higher performance was NB-6 with 2 dose of fertilization (a1b2 and alb1), with a performance of 4,591 kg ha<sup>-1</sup> (alb2) and 4,318 kg ha<sup>-1</sup> (alb1). The dose of fertilization which obtained better performance was the dose 2 (b2 373 kg of 18-46-0+359 kg of urea 46%) with a performance of 4,227 kg ha<sup>-1</sup> followed by the dose 1 (b1 129 kg of 12-30-10 + 129 kg of urea 46%) with a performance of 3,848 kg ha<sup>-1</sup>.

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea. mays* L.) es una poaceae anual, de crecimiento determinado, de 1 a 2 m de altura, un solo tallo dominante, puede producir hijos fértiles, sus hojas alternas son pubescentes en la parte superior y glabras en la parte inferior (INTA, 2009).

Es el cereal nutritivo básico en la alimentación humana, debido al aporte en calorías y proteínas. El grano de maíz está constituido por 77 % de almidón, 2 % de azúcares, 9 % de proteínas, 5 % de aceites, 5 % de pentosanas y 2 % de ceniza (INTA, 2009).

En Nicaragua la producción de maíz es una actividad que reviste una particular importancia, por ser éste uno de los granos de mayor consumo en la dieta diaria; además, por ser una actividad históricamente implementada principalmente por pequeños y medianos productores (INTA, 2000, citado por Ulloa y Zapata, 2011). Es un cultivo que se puede sembrar todo el año durante cinco períodos: primera (mayo-junio), postrerón (julio), postrera (agosto-septiembre), apante (noviembre-febrero) y riego (noviembre-febrero) (INTA, 2009).

El principal problema es que en Nicaragua el 66 % del área total cultivada de maíz, equivalente a 224,823 hectáreas, se establecen con semillas de variedades criollas y/o acriolladas, las que se caracterizan por un bajo potencial productivo; el 30 % es establecido con semillas de variedades mejoradas y el 4 % con semillas híbridas. El poco uso de híbridos se debe a los altos costos de la semilla, que en su mayoría es importada por casas comerciales (INTA-PROMESA, 2002, citado por Ulloa y Zapata, 2011).

Las variedades criollas son preferidas por los agricultores por su calidad de grano, grado de precocidad y adaptación a suelos con baja fertilidad. Sin embargo, a pesar de tener una buena variabilidad genética, estos cultivares poseen bajo potencial de rendimiento debido a que no han sido sometidos a un proceso de mejoramiento convencional y a un adecuado manejo agronómico. Generalmente el material utilizado para siembra proviene de la cosecha anterior, sin hacer selección de plantas sobresalientes en los lotes de producción, esto ocasiona bajos rendimientos y mala calidad de semilla (INTA, 2013).

Los rendimientos históricos en este rubro oscilan entre 1.31 y 1.45 t ha<sup>-1</sup>; sin embargo, durante los últimos años se ha visto un aumento en la producción debido principalmente al incremento de las áreas de siembra y no precisamente a incrementos de los rendimientos (MAGFOR, 2011, citado por Ulloa y Zapata, 2011).

Según las estadísticas oficiales las áreas sembradas de maíz oscilan alrededor de 280 mil hectáreas a nivel nacional. El desarrollo e incremento de la producción de maíz ha permitido un rápido avance en la organización socio-económica del país, debido a que es uno de los principales cereales producido para alimento (INTA, 2009).

La producción de maíz en Nicaragua la ejercen en su mayoría pequeños y medianos productores ubicados en diferentes zonas del país. Los canales de distribución son empresas mayoristas, intermediarios, mercados, pulperías y consumidores (INTA, 2009).

Inadecuadas prácticas de fertilización han provocado la pérdida de la fertilidad natural del suelo, y por ende la baja progresiva en los rendimientos. Asimismo no existen investigaciones suficientes, para estudiar alternativas que resuelvan este problema (Cisneros, 2000, citado por Ulloa y Zapata, 2011).

El desarrollo económico, social y tecnológico conlleva al incremento de la producción en los cultivos básicos, por lo que es necesario ubicar de forma correcta el uso de agroquímicos para ello, con la finalidad de poseer una agricultura sustentable y garantizar el buen uso del suelo en cualquier región del país (Castañeda y Martínez, 2011).

El producto de la siembra se utiliza para los de fines autoconsumo, autoconsumo-mercado y mercado, este último puede ser para consumo o para la industria. Además, los sistemas de producción pueden clasificarse en tecnificado cuando se utiliza maquinaria e insumos agrícolas, semi - tecnificado con pocos uso de implementos e insumos y tradicional con bueyes y al espeque (INTA, 1999).

El maíz es un alimento de primera necesidad en nuestros municipios, a nivel del país y el mundo entero; sin embargo el potencial productivo del cultivo no se ha explotado al máximo. Esto se debe a que está cultivado en mayor escala en sistemas con bajos insumos y en condiciones no favorables para el cultivo.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Generar información respecto al efecto de la fertilización inorgánica sobre variables de crecimiento, desarrollo y rendimiento de tres variedades de maíz en la comarca Apompuá, Juigalpa, Chontales.

### **2.2 Objetivos específicos**

1. Evaluar el efecto de dos dosis de fertilización inorgánica sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de una variedad mejorada y dos variedades criollas de maíz.
2. Realizar un análisis que refleje la factibilidad económica de los tratamientos evaluados en el estudio.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Ubicación del ensayo**

El experimento se estableció el quince de Agosto y finalizó con la cosecha el quince de Diciembre de 2014 en la finca Santa Martha del productor Daniel Báez, ubicada en la comarca Apompuá del Municipio de Juigalpa, Departamento de Chontales.

La comarca Apompuá está ubicada en el sector Sur Oeste de Juigalpa en el km 151 carretera Managua - Rama, la altitud promedio es de 150 msnm; la comarca cuenta con bosque sub tropical húmedo con temperaturas promedio de 27 °C y precipitaciones de 1000 a 1500 mm anuales (INETER, 2012).

#### **3.2 Diseño metodológico**

El estudio consistió en evaluar el desarrollo, crecimiento y rendimiento de tres variedades de maíz bajo dos dosis de fertilización inorgánica. El ensayo de campo se realizó en la época de postrera en un ensayo bifactorial propiamente dicho, arreglado en un diseño de bloques completos al azar (BCA) con cuatro repeticiones.

Según el análisis de suelo realizado por el Laboratorio de Suelos y Agua de la Universidad Nacional Agraria, el suelo de la finca Santa Martha tiene las siguientes características químicas: M O: 4.40 %, pH: 7, N: 0.22 %, P: 0.66 ppm, K: 0.38 meq/100g, Da: 1.15 g/cm<sup>3</sup>.

El factor A son las variedades con tres niveles (a1: NB-6, a2: Maizón y a3: Olotillo) y el factor B es Fertilización con dos dosis (b1: 129 kg ha<sup>-1</sup> de completo 12-30-10 aplicado al momento de la siembra + 129 kg de urea 46 % a los 25 y 50 días después de la siembra y b2: 373 kg ha<sup>-1</sup> de completo 18-46-0 aplicado al momento siembra + 359 kg de urea 46 % a los 25 y 50 días después de la siembra). Se aplicaron dos dosis de fertilización, la dosis b1 de acuerdo a lo que recomienda el INTA y la dosis b2 de acuerdo a los niveles de fertilidad en el suelo y la demanda del cultivo, utilizando la fórmula 18-46-0, debido a que el contenido de potasio en el suelo es mayor a lo que demanda el cultivo. De esta manera se tienen 6 tratamientos y un total de 24 parcelas experimentales. La distancia de siembra fue de 80 cm entre surcos y 30 cm entre planta y planta, para una densidad poblacional aproximada de 41,625 plantas por hectárea. Se utilizó como testigo las dos variedades criollas de maíz y la dosis b1 de fertilización.

El área de la parcela experimental fue de 8 m de ancho por 5 m de longitud para un área de 40 m<sup>2</sup>, en las que se establecieron 10 surcos. La parcela útil se conformó tomando los 4 surcos centrales de 3 m de longitud cada uno para un área de 9.6 m<sup>2</sup>; la superficie total del ensayo fue de 960 m<sup>2</sup>.

### Modelo Aditivo Lineal

Modelo Aditivo Lineal (MAL) para el diseño bifactorial en bloques completos al azar

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \rho_k + \varepsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = Es la j-ésima observación del i-ésimo tratamiento

$\mu$  = Es la media poblacional

$\alpha_i$  = Es el efecto del i-ésimo tratamiento del factor A

$\beta_j$  = Es el efecto del j-ésimo tratamiento del factor B

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Es la interacción entre el factor A y el factor B

$\rho_k$  = Es el efecto del k-ésimo bloque o repetición

$\varepsilon_{ijk}$  = Es el efecto aleatorio de variación

**Cuadro 1.** Tratamientos en estudio

Tratamiento	Variedades	Dosis de fertilizante (kg ha <sup>-1</sup> )
a1b1	NB-6	129 de 12-30-10 + 129 de urea 46%
a1b2	NB-6	373 de 18-46-0 + 359 de urea 46%
a2b1	Maizón	129 de 12-30-10 + 129 de urea 46%
a2b2	Maizón	373 de 18-46-0 + 359 de urea 46%
a3b1	Olotillo	129 de 12-30-10 + 129 de urea 46%
a3b2	Olotillo	373 de 18-46-0 + 359 de urea 46%

NB-6 es una variedad sintética de ciclo intermedio resistente al achaparramiento. Presenta excelentes características fenotípicas y rendimiento de 3877 a 4523 kg ha<sup>-1</sup>. Se adapta a una diversidad de ambientes lo que ha permitido una amplia adopción de la variedad, la que por ser de polinización libre le permite al productor obtener semilla para el ciclo siguiente (INTA, 2013).

Es una variedad que responde bien a las aplicaciones de agroquímicos. Sin embargo, se puede manejar con dosis bajas de insumos y prácticas culturales adecuadas, lo que permite una menor afectación del sistema ecológico (INTA, 2013).

Las variedades criollas Maizón y Olotillo son cultivares de grano blanco que los agricultores han utilizado por décadas, como una alternativa para producir (granos). Por el hecho de ser criollas no se tiene registros de ambas.

### **3.3 Manejo agronómico**

**Preparación del suelo.** Se realizó una chapia del terreno y posteriormente cuando las malezas tenían una altura aproximadamente de 10 cm, se aplicó herbicida (glifosato) en dosis de 4.5 l ha<sup>-1</sup>.

**Siembra.** Se realizó al espeque depositando 2 a 3 semillas por golpes separados a 30 cm, posteriormente a los 18 días se realizó raleo, dejando 1 planta por golpe.

**Manejo de las malezas.** El control de malezas se hizo de forma manual con el uso de machete durante los primeros 30 días del cultivo.

**Manejo de plagas.** Durante el desarrollo del cultivo se presentaron daños provocados por cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y chicharrita del maíz (*Dalbulus maydis*), cuyo control fue agua con azúcar (control biológico) en dosis de 23.75 kg de azúcar en 208.33 litros de agua ha<sup>-1</sup> y muralla (químico) en dosis de 0.9 l ha<sup>-1</sup>.

**Cosecha.** La cosecha de las mazorcas se realizó manualmente, las que se recolectaron con la mitad de la cobertura.

### **3.4 Variables evaluadas**

Para el registro de las variables se tomó una muestra de 10 plantas al azar dentro de cada parcela útil. Las mediciones se realizaron de acuerdo a la metodología propuesta por el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y del Trigo (CIMMYT, 1991).



### **3.4.1 Durante el crecimiento del cultivo**

**Altura de planta (cm).** Se midió la altura de 10 plantas de cada parcela útil al momento de la madurez fisiológica, haciendo uso de cinta métrica. La medición se realizó desde el suelo hasta la inserción de la hoja bandera.

**Altura de la mazorca (cm).** Se midió la altura en 10 plantas de cada parcela útil a la madurez fisiológica, haciendo uso de cinta métrica. La medición se realizó sobre el eje principal donde están insertadas las hojas y diversos complejos axilares, desde el punto de inserción de las raíces hasta el punto donde se produce la yema axilar que da lugar a la mazorca superior.

**Diámetro de la planta (mm).** Se midió el diámetro de 10 plantas de cada parcela útil, a una altura de 5 cm del suelo, este dato se realizó a la madurez fisiológica haciendo uso de vernier.

**Longitud de la hoja (cm).** Medida realizada al momento de la madurez fisiológica, desde el punto de unión de la lámina foliar con la vaina (inserción de la lígula) hasta el ápice de la misma. Se realizó en la hoja que sobresale de la mazorca más alta. Se hizo en 10 plantas seleccionadas al azar dentro de la parcela útil, haciendo uso de cinta métrica.

**Ancho de la hoja (cm).** Se midió en 10 plantas seleccionadas al azar dentro de la parcela útil, medida realizada de borde a borde en la parte central de la lámina foliar de la hoja que sobresale de la mazorca más alta; este dato se tomó a la madurez fisiológica, haciendo uso de cinta métrica.

**Peso seco de plantas (g).** Se calculó el peso seco de 10 plantas de cada parcela útil, sin la mazorca, estos datos se tomaron al momento de la cosecha utilizando una balanza electrónica.

**Número de nudos (N°).** Se realizó en 10 plantas seleccionadas al azar dentro de la parcela útil, realizando el conteo del número de nudos de la planta, desde el suelo hasta la base de la espiga; este dato se tomó a la madurez fisiológica.

### **3.4.2 Durante el desarrollo de la planta**

**Días hasta la antesis masculina.** Número de días transcurridos desde la fecha de siembra hasta el momento en que se haya iniciado la emisión de polen en el 50% de las plantas.

**Días hasta la emisión de estigmas.** Número de días transcurridos desde la fecha de siembra hasta el momento en que sean visibles los filamentos o cabellos jóvenes de las mazorcas en el 50 % de las plantas.

**Senescencia de la hoja de la mazorca.** Días transcurridos desde la siembra hasta que se ha secado la hoja de la mazorca en el 50 % de las plantas.

### **3.4.3 Componentes de rendimiento**

**Acame de tallo.** Se calculó el porcentaje de plantas acamadas del tallo dentro de la parcela útil dos semanas antes de la cosecha.

**Acame de la raíz.** Se calculó el porcentaje de plantas acamadas de la raíz dentro de la parcela útil dos semanas antes de la cosecha.

**Peso de la mazorca (g).** Se calculó el peso de 10 mazorcas por parcela útil; utilizando una balanza electrónica.

**Longitud de la mazorca (cm).** Se midió desde la base del pedúnculo hasta su ápice en 10 mazorcas por parcela útil, utilizando una cinta métrica.

**Diámetro de la mazorca (cm).** En 10 mazorcas por parcela útil se midió el diámetro de cada una de ellas utilizando un vernier.

**Número de hileras por mazorca (N°).** Se realizó el conteo del número de hileras en 10 mazorcas tomadas al azar en la parcela útil.

**Número de granos por hilera (N°).** El número de granos se contó en una hilera de cada una de 10 mazorcas tomada al azar dentro de la parcela útil.

**Número de granos por mazorca (N°).** Fueron contados el número de granos de cada una de 10 mazorcas tomadas al azar dentro de la parcela útil.

**Peso de 1000 granos (g).** Se realizaron 8 réplicas de 100 granos por parcela y se pesaron en una balanza con una precisión de 0.001 g; el peso promedio se multiplicó por 10 para obtener el peso de 1000 granos, ajustado al 14 % de contenido de humedad.

**Ancho del grano (mm).** Medición realizada con vernier en la parte más ancha de cada uno de 10 granos consecutivos de una hilera en el punto medio de la mazorca más alta.

**Espesor del grano (mm).** Distancia medida con vernier entre las caras del grano. Se midieron los mismos 10 granos que fueron utilizados en la medición del ancho del grano.

**Longitud del grano (mm).** Medición realizada con vernier desde el ápice del grano (extremidad que se inserta en el raquis) hasta la corona del mismo en la que fueron utilizados los mismos granos en los que se determinó el ancho y el espesor.

**Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>).** Después del desgrane de las mazorcas de cada parcela útil, se determinó el peso del grano por parcela. El rendimiento se determinó ajustando el grano cosechado al 14% de contenido de humedad, resultado expresado en kilogramos por hectárea, esto se hizo por medio de la siguiente expresión.

$P_f = P_i (100 - H_i) / (100 - H_f)$ ; en donde:

$P_i$  = peso inicial (kg/ha)

$P_f$  = peso final (kg/ha)

$H_i$  = % de humedad inicial en el grano

$H_f$  = % de humedad final a la que se desea ajustar el rendimiento.

### **3.5 Análisis estadístico**

Todos los datos fueron analizados en el Software Statistical Analysis System versión SAS 9.1. Se realizó análisis de varianza (ANDEVA) y comparación de medias con la prueba de Tukey (al 5 % de margen de error)

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Efecto de la fertilización inorgánica sobre el crecimiento y desarrollo del maíz

El análisis de varianza realizado reflejó que la fertilización inorgánica influyó significativamente en algunas variables ligadas al crecimiento y el rendimiento del maíz. En el cuadro 2 se puede observar que se encontró diferencia significativa entre las variedades sometidas a estudio para las variables días hasta la antesis masculina, días hasta la emisión de estigmas y senescencia de la hoja de la mazorca. No se encontró diferencia significativa para las dosis de fertilización evaluados.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Cervantes *et al.*, (2013), quienes al evaluar tres niveles de fertilización nitrogenada en el cultivo del maíz, no encontraron significancia para las variables días a floración masculina y femenina.

La aparición de la inflorescencia masculina ocurrió a los 53 días después de la siembra (dds), en NB-6, seguido de Maizón a los 61 y Olotillo a los 66 días, para la inflorescencia femenina no existe variación, la emisión de los estigmas ocurrió un día después de la inflorescencia masculina. Para senescencia de la hoja de la mazorca, la variedad mejorada NB-6 presentó 103 días después de la siembra, seguido de Maizón a los 104 días y Olotillo a los 112 días después de la siembra. Según los resultados encontrados, estas variables están determinadas por factores ambientales aparte de la fertilización o por el desarrollo del cultivo (cuadro 2).

Cuadro 2. Días hasta la antesis masculina (DAM), días hasta la emisión de estigmas (DEE) y senescencia de la hoja de la mazorca (SHM), de tres variedades de maíz y dos dosis de fertilización, durante la época de postrera, en la localidad de Apompuá, Juigalpa, postrera 2014

Variedades	DAM (días)	DEE (días)	SHM (días)
NB-6	53 c	54 c	103 c
Maizón	61 b	62 b	104 b
Olotillo	66 a	67 a	112 a
<b>Dosis de fertilización (kg/ha)</b>			
129 de 12-30-10 + 129 de urea 46%	60 a	61 a	106 a
373 de 18-46-0 + 359 de urea 46%	60 a	61 a	106 a
CV (%)	0	0	0

Clave: DAM = Días hasta la antesis masculina; DEE = Días hasta la emisión de estigmas; SHM = Senescencia de la hoja de la mazorca

En el cuadro 3 se puede observar que las variedades de maíz en estudio, presentaron diferencia estadística en las variables altura de planta, altura de la mazorca y diámetro de la planta ( $p=0.0001$ ) y ( $p=0.0003$ ) para número de nudos, la fertilización solo presentó diferencia significativa para altura de la mazorca y diámetro de la planta ( $p=0.0436, 0.0072$ ), no encontrándose diferencia estadística en altura de planta y número de nudos.

En el cuadro 3 se observa que la variedad criolla Olotillo es diferente estadísticamente con los mejores resultados para las variables de crecimiento. La fertilización produjo iguales efectos estadístico en altura de planta, presentando una media de 203.45 cm (b2). Estos resultados son diferentes a los encontrados por Tosquy *et al.*, (1998), quienes al evaluar el efecto de fertilización edáfica en la producción de semilla de líneas de maíz, encontraron significancia para altura de planta.

Para altura de la mazorca, la fertilización presentó diferencia estadística, resultados similares a los obtenidos por Tosquy *et al.*, (1998). Por otro lado Cervantes *et al.*, (2013), al evaluar tres niveles de fertilización nitrogenada, no encontraron significancia para altura de mazorca.

El diámetro del tallo es una característica de suma importancia en el cultivo del maíz, la cual puede verse afectada por la densidad poblacional y nitrógeno disponible (Cuadra, 1988, citado por Cantarero y Martínez, 2002). Ulloa y Zapata (2011) reportan una media de 15.5 mm de diámetro de la planta. Quintanilla *et al.*, (2013) reportan promedio de 16.5 mm de diámetro, estos resultados son inferiores a los encontrados en el presente trabajo (cuadro 3).

Respecto a la fertilización, está no presentó diferencia estadística para la variable número de nudos; sin embargo son superiores a los obtenidos por Blessing y Hernández (2009), que al evaluar dos tipos de fertilización (orgánica e inorgánica) encontraron una media de 14 nudos por planta para ambos manejos contra un promedio de 15 en el presente estudio.

Cuadro 3. Altura de la planta (AP), altura de la mazorca (AM), diámetro de la planta (DP) y número de nudos (NDN), de tres variedades de maíz y dos dosis de fertilización, durante la época de postrera, en la localidad de Apompuá, Juigalpa, postrera 2014

<b>Variedades</b>	<b>AP (cm)</b>	<b>AM (cm)</b>	<b>DP (mm)</b>	<b>NDN (N°)</b>
<b>NB-6</b>	170.36 b	80.40 b	15.86 b	14 b
<b>Maízón</b>	172.58 b	81.04 b	18.43 a	14 b
<b>Olotillo</b>	254.03 a	164.25 a	19.15 a	15 a
<b>Dosis de fertilización (kg/ha)</b>				
<b>129 de 12-30-10 + 129 de urea 46%</b>	194.53 a	104.33 b	17.11 b	14 a
<b>373 de 18-46-0 + 359 de urea 46%</b>	203.45 a	112.79 a	18.52 a	15 a
<b>CV (%)</b>	7.64	8.66	6.22	4.22
<b>Variedad*Dosis</b>	0.2672	0.3600	0.7411	0.9577

Clave: AP = Altura de la planta; AM = altura de la mazorca; DP = diámetro de la planta; NDN = número de nudos

En el cuadro 4 se puede apreciar diferencia estadística para longitud de hoja y peso seco de plantas ( $p=0.0012$ ,  $0.0029$ ); mientras tanto, la fertilización presentó diferencia estadística en longitud y ancho de la hoja ( $p=0.0053$ ,  $0.0465$ ). No se encontró diferencia estadística para la variable peso seco en las dosis de fertilización evaluados.

En el cuadro 9 se observa también que la variedad Olotillo difiere de las otras, presentando mejores resultado para longitud de la hoja y peso seco plantas. Según los resultados observados, el tratamiento b2 de fertilización influyó significativamente para las variables longitud y ancho de la hoja. En un estudio similar, Gutiérrez y Machado (2012), encontraron en longitud de hoja valores de 69.97 a 63.58 cm de longitud; en tanto Viera, (2004), en su ensayo encontró una media de 97.93 cm para longitud de hoja.

No se encontró diferencia estadística para la variable ancho de hoja entre las variedades, solamente entre las dosis de fertilización, dando los mejores resultados el tratamiento b2. Para esta variable Viera (2004), reporta una media de 8 cm.

La variable peso seco de plantas presentó diferencia estadística entre las variedades, pero no hubo efecto de las dosis de fertilizante aplicadas. La variedad criolla Olotillo presento mejores resultados con una media de 3,023 gramos de peso, en la fertilización la dosis 2 presento una media de 2,350 gramos de peso (cuadro 4).

Cuadro 4. Longitud de la hoja (LH), ancho de la hoja (AH) y peso seco de 10 plantas (PSP), de tres variedades de maíz y dos dosis de fertilización, durante la época de postrera, en la localidad de Apompuá, Juigalpa, postrera 2014

<b>Variedades</b>	<b>LH (cm)</b>	<b>AH (cm)</b>	<b>PSP (g)</b>
<b>NB-6</b>	82.54 b	9.04 a	2,054 b
<b>Maizón</b>	83.16 b	9.16 a	1,709 b
<b>Olotillo</b>	91.59 a	9.44 a	3,023 a
<b>Dosis de fertilización (kg/ha)</b>			
<b>129 de 12-30-10 + 129 de urea 46%</b>	82.87 b	8.97 b	2,173 a
<b>373 de 18-46-0 + 359 de urea 46%</b>	88.66 a	9.45 a	2,350 a
<b>CV (%)</b>	5.06	5.78	28.63
<b>Variedad*Dosis</b>	0.5564	0.8092	0.9441

Clave: LH = Longitud de la hoja; AH = ancho de la hoja; PSP = peso seco de 10 plantas

#### 4.2 Efectos de la fertilización inorgánica sobre el rendimiento del maíz

En el cuadro 5 se puede observar que las variedades de maíz presentaron diferencia estadística en peso de la mazorca, longitud de la mazorca y diámetro de la mazorca ( $p= 0.0027, 0.0001, 0.0001$ ), la fertilización solo presentó diferencia estadística en diámetro de la mazorca ( $p= 0.0335$ ) y las dosis de fertilización no ejercieron efecto significativo en las variables acame del tallo, acame de la raíz, peso de mazorca y longitud de mazorca.

Zaharan y Garay (1990), citado por Cantarero y Martínez, (2002), plantean que el diámetro del tallo depende de la variedad y de las condiciones ambientales y nutricionales del suelo, mientras que la resistencia al acame depende en gran medida del diámetro del tallo. En el presente estudio todas las variedades presentaron menos del 3 % de acame tanto de tallo como de raíz, con 0 % de plantas acamadas para la variedad criolla Olotillo, aunque no se encontró diferencia estadística entre las mismas; no obstante, estas dos variables presentaron un elevado CV. Las dosis de fertilización tampoco mostraron efecto significativo en el comportamiento de estas variables del tallo y las de mazorca, aunque se puede apreciar una tendencia en todas ellas a mejorar si se aumenta la fertilización (b2).

Las variables peso, longitud y diámetro de mazorca mostraron diferencia estadística entre las variedades, mostrando superioridad NB-6 en cuanto a peso y diámetro de mazorca, mientras que Olotillo resultó mejor respecto a longitud de mazorca.

En estudios realizados por (Ulloa y Zapata en 2009 y Gutiérrez y Machado en 2012) reportan promedios de 76.96 g y 93.53 g, respectivamente para peso de mazorca, resultados inferiores a los encontrados en el presente trabajo.

La longitud de la mazorca está influenciada por las condiciones ambientales (clima, suelo) y la disponibilidad de nutrientes, lo que es afirmado por Adetiloye *et al.*, (1984, citados por Cantarero y Martínez, 2002) quienes sostienen que la máxima longitud de la mazorca dependerá de la humedad del suelo, nitrógeno y radiación solar. En otros estudios realizados por Cervantes *et al.*, (2013) se encontró diferencia estadística para esta misma variable bajo tres niveles de fertilización nitrogenada.

Báez y Marín (2010), reportan resultados similares aplicando fertilización inorgánica con una media de 15.70 cm de longitud de mazorca; en tanto, Díaz *et al.*, (2009), al evaluar cinco híbridos de maíz en dos localidades de la provincia de los Ríos, encontraron una longitud de mazorca de 18.41 cm.

Respecto al diámetro de mazorca, la variedad mejorada NB-6 presentó el mejor resultado con media de 4.57 cm y respondió mejor a la dosis más alta de fertilización con promedio de 4.19 cm. Según el INTA (2013), el diámetro de la mazorca de esta variedad es de 5 a 6 cm. Cervantes *et al.*, (2013), señalan que los niveles de fertilización tienen efecto significativo sobre esta variable. Díaz *et al.*,(2009), al evaluar cinco híbridos de maíz en dos localidades de la provincia de los Ríos, encontraron un diámetro de mazorca de 5.15 cm.

Cuadro 5. Acame del tallo (AT), acame de la raíz (AR), peso de la mazorca (PM), longitud de la mazorca (LM), diámetro de la mazorca (DM), de tres variedades de maíz y dos dosis de fertilización, durante la época de postrera, en la localidad de Apompuá, Juigalpa, postrera 2014

<b>Variedades</b>	<b>AT (%)</b>	<b>AR (%)</b>	<b>PM (g)</b>	<b>LM (cm)</b>	<b>DM (cm)</b>
<b>NB-6</b>	2.50 a	1.88 a	181.75 a	13.59 b	4.57 a
<b>Maizón</b>	2.18 a	0.94 a	153.00 a	13.85 b	4.17 b
<b>Olotillo</b>	0.00 a	0.00 a	130.88 b	17.08 a	3.58 c
<b>Dosis de fertilización (kg/ha)</b>					
<b>129 de 12-30-10 + 129 de urea 46%</b>	1.67 a	1.04 a	145.17 a	14.53 a	4.03 b
<b>373 de 18-46-0 + 359 de urea 46%</b>	1.46 a	0.83 a	165.25 a	15.16 a	4.19 a
<b>CV (%)</b>	154.34	211.75	15.52	7.70	4.22
<b>Variedad*Dosis</b>	0.2238	0.1205	0.8944	0.8878	0.4105

Clave: AT = Acame del tallo; AR = acame de la raíz; PM = peso de la mazorca; LM = longitud de la mazorca; DM = diámetro de la mazorca



Las variables componentes del rendimiento presentadas en el cuadro 6 presentaron diferencia estadística entre ellas ( $p= 0.0001, 0.0094$ ), siendo la variedad NB-6 la de mejores resultado para número de hileras y números de granos por mazorca, mientras que Olotillo presentó la mayor cantidad de granos por hilera. Respecto a la fertilización, el tratamiento b2 hizo que NB-6 también fuera superior estadísticamente en el número de hileras y número granos por mazorca ( $p= 0.0020, 0.0011$ ). No se encontró diferencia estadística para número de granos por hilera.

Según Pastora (citado por Blessing y Hernández, 2009), la variable hileras por mazorca está relacionada con la longitud de mazorca, el diámetro de mazorca, las variedades y una buena nutrición en el suelo aumentando la masa relativa de la mazorca y por ende el número de hileras.

Olivas y Ocampo (2012), reportan resultados similares con promedio de 13.2 hileras por mazorca en la fertilización inorgánica, mientras que Gutiérrez y Machado (2012), en estudios similares encontraron promedios de 12.87 hileras por mazorca.

En el cuadro 6 podemos observar que la variedad criolla (a3) y la variedad mejorada NB-6 (a1) presentaron los mejores resultados con una media de 34 y 31 granos por hilera respectivamente, en las dosis de fertilización se encontró una media de 32 granos por hilera en la fertilización (b2). Estos resultados coinciden por los encontrados por Cervantes *et al.*, (2013), quienes no encontraron diferencia estadística al aplicar diferentes dosis de fertilizante para la variable granos por hilera.

Los resultados obtenidos por Olotillo y la variedad mejorada NB-6 con promedios de 34 y 31 granos por hilera respectivamente, son similares a los encontrados por Cervantes *et al.*, (2013); sin embargo, no encontraron diferencia estadística al aplicar diferentes dosis de fertilizante para la variable en mención.

En otros estudios realizados por Olivas y Ocampo (2012), esta variable también presentó promedios de 31.22 granos por hilera, Blessing y Hernández (2009), alcanzaron 30.67 granos para la misma variable. Todos estos resultados difieren a los de Gutiérrez y Machado (2012), cuyos promedios fueron de 20.40 granos por hilera.

Para la variable granos por mazorca (cuadro 6), las variedades NB-6 y Olotillo presentaron los mejores resultados con una media de 423 y 404 granos por mazorca, respectivamente; mientras que con la dosis de fertilización b2 la media fue de 425 granos por mazorca.

Jugenheimer, (citado por Blessing y Hernández, 2009) sostiene que el número y tamaño de los granos contribuyen en el rendimiento de grano. Melgara y Tinoco (2013), encontraron resultados superiores con promedios de 510.94 granos por mazorca, por otro lado Blessing y Hernández (2009), reportan de su ensayo promedios similares de 425.15 granos por mazorca.

Cuadro 6. Número de hileras por mazorca (NHM), número de granos por hilera (NGH) y número de granos por mazorca (NGM), de tres variedades de maíz y dos dosis de fertilización, durante la época de postrera, en la localidad de Apompuá, Juigalpa, postrera 2014

<b>Variedades</b>	<b>NHM (N°)</b>	<b>NGH (N°)</b>	<b>NGM (N°)</b>
<b>NB-6</b>	14 a	31 a	423 a
<b>Maizón</b>	13 b	29 b	365 b
<b>Olotillo</b>	12 b	34 a	404 a
<b>Dosis de fertilización (kg/ha)</b>			
<b>129 de 12-30-10 + 129 de urea 46%</b>	12 b	30 a	370 b
<b>373 de 18-46-0 + 359 de urea 46%</b>	13 a	32 a	425 a
<b>CV (%)</b>	5.15	7.98	8.35
<b>Variedad*Dosis</b>	0.6457	0.2460	0.5094

Clave: NHM = Número de hileras por mazorca; NGH = número de granos por hilera; NGM = número de granos por mazorca

Para las variables presentadas en el cuadro 7 solamente se encontró diferencia significativa entre las variedades para peso de 1000 granos ( $p= 0.0001$ ). Según estos resultados es notoria la superioridad de NB-6 en cuanto al peso de sus granos. En el caso de las dosis de fertilización no se encontró diferencia estadística para la fertilización aplicada.

El peso del grano está determinado por la variedad utilizada, por la materia orgánica fotosintetizada y las condiciones de traslado de materia orgánica a los granos así como el llenado de estos, lo que a su vez está determinado por la eficacia de los procesos desarrollados por las hojas, tallos; también por la nutrición mineral así como las condiciones hídricas durante el llenado de granos (Larios y García, 1999, citado por Blessing y Hernández, 2009).

El peso de 1000 granos obtenido por la variedad NB-6 (250.50 g) fue superior al de las otras variedades (cuadro 7); sin embargo, este es inferior a los alcanzados en otros estudios por la misma variedad. En un estudio realizado por Blessing y Hernández (2009), esta variedad alcanzó los 278.75 g, mientras Báez y Marín (2010) reportan 321.30 g en estudios similares en la Universidad Nacional Agraria, ambos con NB-6. Estas diferencias en los estudios reportados posiblemente se deben al ambiente, ya que es el principal factor que influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Cuadro 7. Peso de 1000 granos (PMG), longitud del grano (LG), ancho del grano (AG) y espesor del grano (EG), de tres variedades de maíz y dos dosis de fertilización, durante la época de postrera, en la localidad de Apompuá, Juigalpa, postrera 2014

<b>Variedades</b>	<b>PMG (g)</b>	<b>LG (mm)</b>	<b>AG (mm)</b>	<b>EG (mm)</b>
<b>NB-6</b>	250.50 a	9.59 a	7.60 a	2.74 a
<b>Maizón</b>	228.50 b	9.28 a	7.35 a	2.82 a
<b>Olotillo</b>	207.50 c	9.75 a	6.59 a	2.87 a
<b>Dosis de fertilización (kg/ha)</b>				
<b>129 de 12-30-10 + 129 de urea 46%</b>	227 a	9.30 a	7.18 a	2.82 a
<b>373 de 18-46-0 + 359 de urea 46%</b>	231 a	9.79 a	7.18 a	2.80 a
<b>CV (%)</b>	3.09	10.21	10.93	12.31
<b>Variedad*Dosis</b>	0.2341	0.1894	0.4206	0.5514

Clave: PMG = Peso de 1000 granos; LG = longitud del grano; AG = ancho del grano; EG = espesor del grano

En la figura 1 se presenta el rendimiento de las variedades, en la que se puede observar que no hay diferencia estadística; sin embargo, se aprecia una tendencia al aumento del rendimiento de la variedad mejorada NB-6.

No existe diferencia estadística entre las variedades de maíz, la variedad mejorada NB-6 presentó mejores resultados con rendimientos de 4,455 kg ha<sup>-1</sup>. Los resultados nos indican lo contrario de las variedades criollas, la variedad mejorada NB-6 respondió con más significancia a la fertilización y expresar su potencial genético.

Según CIMMYT (2001), Una vez que se ha establecido el número de los granos por mazorca, el rendimiento final depende de la disponibilidad de materiales asimilados corrientes y almacenados.

Según Martínez (2010), un incremento en las aplicaciones de nitrógeno y un ligero incremento en las aplicaciones de fósforo y potasio, inciden en el aumento de los rendimientos del maíz.

Tosquy *et al.*, (1998) en su ensayo no encontraron respuesta para rendimiento de semilla en las dosis altas de N-P-K, lo que deducen que los rendimientos de semilla está relacionada con el aumento de densidad de población.

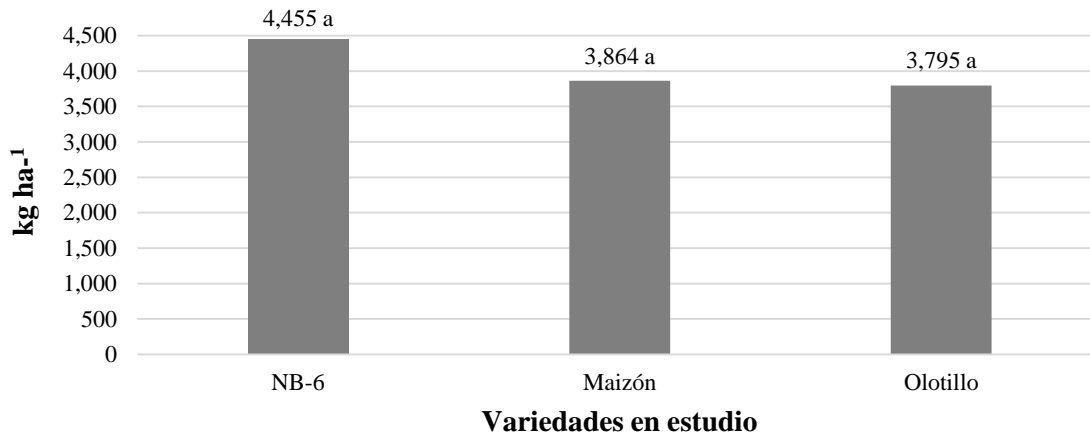


Figura 1. Rendimiento kg ha<sup>-1</sup>, de tres variedades de maíz, durante la época de postrera, en la localidad de Apompuá, Juigalpa, postrera 2014.

En la figura 2 podemos observar el rendimiento de las dosis de fertilizante, donde los resultados estadísticamente son iguales, las dosis de fertilizante no presentaron efecto estadístico sobre el rendimiento de grano, podemos observar un aumento del rendimiento con la dosis dos, es decir con el aumento de fertilizante. Las dosis de fertilización presentaron un rendimiento de 4,227 (b2) y 3,848 (b1) kg ha<sup>-1</sup>.

Luna (2012), la ley del máximo dice que la cantidad de fertilizante a aplicar se puede aumentar siempre y cuando este aumento signifique un incremento en los rendimientos y que este aumento de rendimiento tenga un valor adicional al del fertilizante aplicado, por ello el máximo rendimiento económico puede no coincidir con el máximo rendimiento fisiológico.

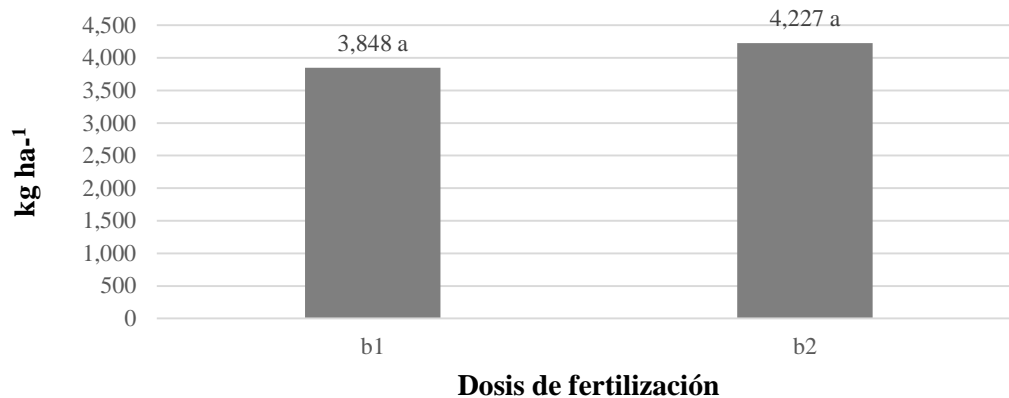


Figura 2. Rendimiento kg ha<sup>-1</sup>, de dos dosis de fertilización, durante la época de postrera, en la localidad de Apompuá, Juigalpa, postrera 2014.

Entre los tratamientos en estudio se puede apreciar que hubo diferencia en los rendimientos, con una tendencia al aumento del rendimiento de la variedad NB-6 al aumentar la cantidad de fertilizante (b2), esta variedad obtuvo los mejores rendimientos con las dos dosis de fertilización (a1b2 y a1b1) entre las variedades en estudio, con un rendimiento de 4,591 kg ha<sup>-1</sup> (a1b2) y 4,318 kg ha<sup>-1</sup> (a1b1), las variedades criollas (Maizón y Olotillo) presentaron rendimientos inferiores a la variedad mejorada NB-6 (figura 3).

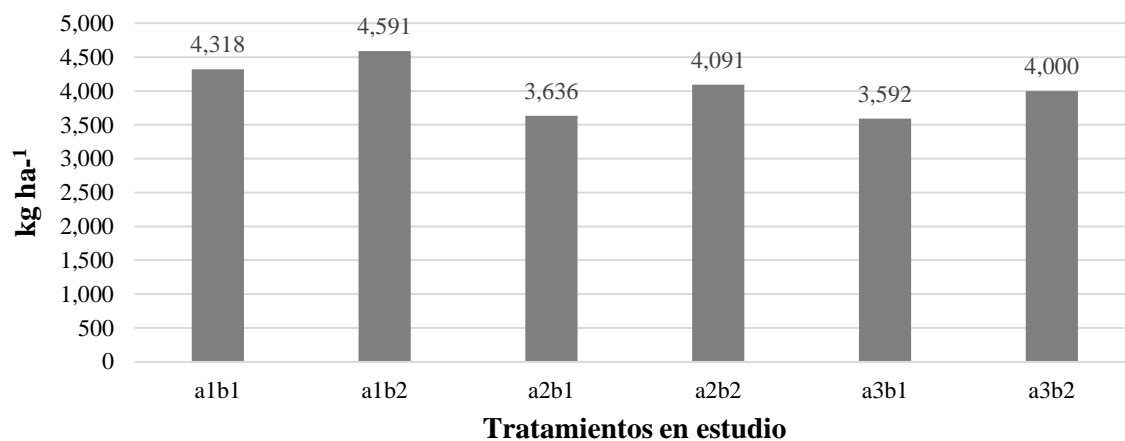


Figura 3. Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) de seis tratamientos de maíz, durante la época de postrera, en la localidad de Apompuá, Juigalpa, postrera 2014.

### 4.3 Análisis económico

Los resultados agronómicos se sometieron a un análisis económico, para determinar la rentabilidad de los diferentes tratamientos, a fin de recomendar esta práctica en la producción conforme a los objetivos y perspectivas de los productores.

#### Análisis de presupuesto parcial

En el análisis económico realizado a los diferentes tratamientos, se encontró que el tratamiento más rentable, fue la variedad NB-6, con la dosis (a1b1), esto debido que los rendimientos son similares y la cantidad utilizada de fertilizante es menor, este tratamiento presenta un margen bruto de C\$ 15,065/ha<sup>-1</sup> y una relación beneficio costo de C\$ 1.66 (cuadro 8).

Cuadro 8. Resultado de análisis de presupuesto parcial realizado a los tratamientos evaluados, de tres variedades de maíz y dos dosis de fertilización, durante la época de postrera, en la localidad de Apompuá, Juigalpa, postrera 2014

Tratamientos	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	Producto bruto (C\$)	Costos variables (C\$)	Margen bruto (C\$)	RB/C (C\$)
a1b1	4,318	38,000	22,935	15,065	1.66
a1b2	4,591	40,400	33,029	7,372	1.22
a2b1	3,636	32,000	22,375	9,625	1.43
a2b2	4,091	36,000	32,469	3,532	1.11
a3b1	3,592	31,600	22,375	9,225	1.41
a3b2	4,000	35,200	32,469	2,732	1.08

## V. CONCLUSIONES

Las dosis de fertilizante, presentaron un efecto positivo en el cultivo, encontrándose que solo algunas variables difieren de las evaluadas, ligadas al crecimiento y el rendimiento del maíz.

En las variables de crecimiento, se encontró que estadísticamente difieren de las evaluadas, altura de la mazorca, diámetro de la planta, longitud de hoja y ancho de hoja, para las otras variables no hubo efecto de las dosis de fertilizante. Para las variables de desarrollo no se encontró diferencia estadística, ya que estas están determinadas por las características cualitativas de las variedades de maíz y el ambiente.

En las variables de rendimiento, se encontró que difieren estadísticamente, granos por mazorca, numero de hileras por mazorca y diámetro de la mazorca, en las otras variables ligadas al rendimiento, no se encontró efecto de las dosis de fertilizante. Lo que demuestra que si fertilizamos de acuerdo a los niveles de fertilización en el suelo y la demanda del cultivo, en algunas variables se obtendrá mejores resultados. En las variedades, NB-6 obtuvo los mejores resultados, con un rendimiento de 4,455 kg ha<sup>-1</sup>, en la fertilización, la dosis (b2) presentó un rendimiento de 4,227 kg ha<sup>-1</sup>.

En el análisis económico realizado, se encontró que el tratamiento más rentable, fue la variedad NB-6, con el tratamiento (a1b1), esto debido que los rendimientos son similares y la cantidad utilizada de fertilizante es menor, este tratamiento presenta un margen bruto de C\$ 15,065 ha<sup>-1</sup> y una relación beneficio costo de C\$ 1.66.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Para utilizar estos resultados con fines de producir grano, les recomendamos a los productores hacer uso de la variedad mejorada NB-6, esta variedad presenta rendimientos aceptables y puede adaptarse a la mayoría de los ambientes de Nicaragua. Para la fertilización recomendamos hacer uso de las dosis orientadas por el INTA. Sugerimos aplicar la formula completa (12-30-10) al momento de la siembra y aplicar urea 46 % en dos aplicaciones, a los 25 y 50 días después de la siembra.

Realizar este ensayo en las épocas de siembras establecidas en la misma zona y en diferentes localidades para comparar estos resultados. Tomar en cuenta las variables número de plantas cosechadas y número de mazorcas por planta, para aportar mayor información respecto al rendimiento.



## VII. LITERATURA CITADA

- Báez, J; Marín J. 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. Managua, Nicaragua. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 27 p.
- Blessing, D; Hernández, G. 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. Managua, Nicaragua. Tesis. Ing. Agr. Universidad nacional agraria, facultad de agronomía. Managua, NI. 39 p.
- Castañeda, E; Martínez, M. 2011. Efecto de la fertilización química y orgánica en el crecimiento del maíz (*Zea mays* L.) cv. Victoria en condiciones controladas. Trabajo de experiencia recepcional. Universidad veracruzana, México, MX. 49 p.
- Cantarero, R; Martínez, O. 2002. Evaluación de tres tipos de fertilizante (gallinaza, estiércol vacuno y un fertilizante mineral en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.). variedad NB-6. Managua, Nicaragua. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 62 p.
- Cervantes, F; Covarrubias, J; Rangel, J; Terrón, A; Mendoza, M; Preciado, R. 2013. Densidad de población y fertilización nitrogenada en la producción de semilla híbrida de maíz (*Zea mays* L.). México. Tesis de maestría. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México, MX. 10 p.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y del Trigo, MX). 1991. Descriptores para Maíz. Ciudad de México DF, MX. 100 p.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y del Trigo, MX). 2001. El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción. Roma, IT. 392 p.
- Díaz, G; Sabando, F; Zambrano, S; Vásconez, G. 2009. Evaluación productiva y calidad del grano de cinco híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en dos localidades de la Provincia De Los Ríos. Universidad Técnica Estatal de Quevedo e Instituto Tecnológico Agropecuario de Vinces. Ecuador, EC. 9 p.
- Gutiérrez, J; Machado, 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. Managua, Nicaragua. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 37 p.
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, NI). 1999. Guía tecnológica 4, cultivo del maíz (*Zea mays* L.) en Nicaragua. Ed. INTA. Managua, NI. 19 p.
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, NI). 2000. Manejo integrado del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) en Nicaragua. Ed. M. Corriols. Managua, NI. 34 p.
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, NI). 2009. Guía tecnológica, cultivo del maíz, guía para la producción de maíz (*Zea mays* L.) en Nicaragua. 3 Ed. INTA. Managua, NI. 36 p.

- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, NI). 2013. Proyecto Apoyo a la Producción de Semillas de Granos Básicos para la Seguridad Alimentaria de Nicaragua. Ed. INTA. Managua, NI. 76 p.
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, NI). 2013. Proyecto "Apoyo a la Producción de Semillas de Granos Básicos para la Seguridad Alimentaria de Nicaragua, guía metodológica de fitomejoramiento participativo en los cultivos de: maíz, frijol, arroz y sorgo. Ed. INTA. Managua, NI. 76 p.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, NI). 2012. Perspectivas para el primer subperíodo (mayo-junio-julio) de la estación lluviosa. Ed. INETER. Managua, NI. 8 p.
- Luna, L. 2012. Nutrición Vegetal y Fertilización, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 71 p.
- Melgara, Y; Tinoco, O. 2013. Caracterización y evaluación preliminar de 32 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) en Tisma, Masaya, Postrera 2011. Managua, Nicaragua. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 53 p.
- Martínez, M. 2010. Proyecto especial de producción de maíz de alto rendimiento (PROEMAR 2009). Montecillo, México, MX. 157 p.
- Tosquy, O; de la Garza, R; Castañón, G; Morones, R. fertilización edáfica y densidades de población para producción de semilla de líneas de maíz, Medellín de Bravo, 1998. México, MX. 9 p.
- Olivas, N; Ocampo, F. 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. Managua, Nicaragua. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 37 p.
- UNA (Universidad Nacional Agraria). 2008. Guías y normas metodológicas de las formas de culminación de estudio. Managua, NI. 57 p.
- 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. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 34 p.
- Vieras, L. 2004. Caracterización y evaluación de seis híbridos y seis variedades de polinización libre de maíz (*Zea mays* L.) en el Viejo, Chinandega. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía. Managua, NI. 52 p.

# **ANEXOS**

Anexo 1. Plano de campo del ensayo de maíz (*Zea mays* L.) en Apompuá, Juigalpa, chontales

