



"Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA

## Trabajo de Graduación

**Evaluación de tres dosis de nitrógeno sobre el  
crecimiento y rendimiento de dos híbridos de  
maíz (*Zea mays* L.), bajo riego por pivote  
central, Tisma, Masaya 2016**

### Autores

Br. Jonathan David Castillo Rodríguez  
Br. José Manuel Saravia Rodríguez

### Asesores

Ing. MSc. Henry Duarte Canales  
Ing. MSc. Álvaro Benavidez González

**Managua, Nicaragua  
Abril, 2017**



"Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA

## Trabajo de Graduación

**Evaluación de tres dosis de nitrógeno sobre el  
crecimiento y rendimiento de dos híbridos de  
maíz (*Zea mays* L.), bajo riego por pivote  
central, Tisma, Masaya 2016**

### **Autores**

Br. Jonathan David Castillo Rodríguez  
Br. José Manuel Saravia Rodríguez

*Trabajo presentado a la consideración del  
honorable tribunal examinador, como requisito  
parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo*

**Managua, Nicaragua  
Abril, 2017**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
<b>DEDICATORIA</b>	<i>i</i>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<i>iii</i>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<i>v</i>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<i>vi</i>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	<i>vii</i>
<b>RESUMEN</b>	<i>viii</i>
<b>ABSTRACT</b>	<i>ix</i>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. OBJETIVOS</b>	3
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	4
<b>3.1</b> Ubicación del experimento y fecha de estudio	4
<b>3.2</b> Análisis de suelo de la unidad experimental	4
<b>3.3</b> Características del maíz híbrido HS-5G	4
<b>3.4</b> Características del maíz híbrido DK-357	5
<b>3.5</b> Sulfúrea como fuente de nitrógeno	5
<b>3.6</b> Urea como fuente de nitrógeno	5
<b>3.7</b> Manejo del sistema de riego	5
<b>3.8</b> Manejo agronómico	6
<b>3.9</b> Diseño metodológico	7
<b>3.10</b> Factores estudiados	7
<b>3.11</b> Variables de crecimiento	7
<b>3.11.1</b> Alturas de plantas (cm)	8
<b>3.11.2</b> Altura de inserción de mazorca (cm)	8
<b>3.11.3</b> Número de hojas por plantas	8
<b>3.11.4</b> Diámetro del tallo (cm)	8
<b>3.12</b> Variables de rendimiento	8
<b>3.12.1</b> Longitud de mazorca (cm)	8
<b>3.12.2</b> Diámetro de mazorca (cm)	8
<b>3.12.3</b> Número de hileras por mazorca	8
<b>3.12.4</b> Número de granos por hilera	9
<b>3.12.5</b> Número de granos por mazorca	9
<b>3.12.6</b> Determinación del peso de 1000 semillas (g)	9
<b>3.13</b> Rendimiento kg ha <sup>-1</sup>	9

3.14	Análisis de la información	10
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUCION</b>	11
4.1	Altura de planta (cm)	11
4.2	Número de hojas	11
4.3	Diámetro del tallo (cm)	12
4.4	Altura de inserción (cm)	12
4.5	Efecto de las dosis de nitrógeno sobre el crecimiento de los híbridos de maíz	13
4.6	Diámetro de mazorca (cm)	13
4.7	Longitud de mazorca (cm)	14
4.8	Número de hileras por mazorca	14
4.9	Número de granos por hilera	14
4.10	Granos por mazorca	15
4.11	Rendimiento kg ha <sup>-1</sup>	15
4.12	Efecto de las dosis de nitrógeno sobre el rendimiento de los híbridos de maíz	16
4.13	Análisis económico de relación Beneficio/Costo	17
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	19
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	20
<b>VII.</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	21
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS</b>	23

## DEDICATORIA

A **Dios** por haberme iluminado durante mi vida estudiantil y darme fuerzas, sabiduría y conocimiento para alcanzar el objetivo propuesto.

A mi madre, ***Aura Lila Rodríguez Cano***, que con mucho amor, esfuerzo y dedicación me brindó su apoyo incondicional para ayudarme a alcanzar esta etapa importante de mi vida.

A mi padre, ***Isaías Guillermo Castillo Rojas***, por haberme enseñado a enfrentar la vida mostrándome el camino correcto para seguir adelante y brindándome todo su apoyo de una forma incondicional.

A mi abuelita, ***Juana Francisca Cano***, por su inmenso cariño y valiosos consejos que me llenaron siempre de fe y confianza para poder culminar mis estudios.

A mis hermanos: ***Hellen Cristina Castillo y Isaac Levi Castillo***, por ser parte de la familia que es lo más importante, por ser partícipes directos en mi caminar como buenos amigos dándome su apoyo incondicional y motivación para alcanzar nuevos logros cada día.

***Br. Jonathan David Castillo Rodríguez***

## DEDICATORIA

A *Dios* por haberme brindado un tiempo más de vida, por haberme dado la sabiduría, el entendimiento y la paciencia durante mis estudios. Además por derramar infinitas bendiciones en mi familia y en mí, y por haberme dado la fortaleza para alcanzar mí meta propuesta.

A mis padres: *Teodoro del Rosario Saravia Obando y Benbenuta del Rosario Rodríguez Brizuela*, por haberme ayudado económicamente e inculcado valores que me ayudaron a formarme como persona para seguir el camino correcto.

A *mis hermanos* por ser parte de mi familia el cual es lo más importante, y por ser partícipes directos como amigos, brindándome apoyo y motivación para poder alcanzar mis logros propuestos.

A *mis abuelos* que en paz descansen, por sus sanos y valiosos consejos que me llenaron de fé, confianza, y que me sirvieron de motivación para culminar mis estudios.

*Br. José Manuel Saravia Rodríguez*

## AGRADECIMIENTOS

A mi familia principalmente por el apoyo incondicional en cada paso que realicé para una formación profesional.

De manera gratificante a la Universidad Nacional Agraria por haberme permitido formarme como profesional.

De manera especial a nuestros asesores, *Ing. MSc. Henry Duarte y Ing. MSc. Álvaro Benavides* por su amistad, disponibilidad, confianza y el entusiasmo de compartir sus conocimientos, brindándonos la oportunidad de llevar a cabo este trabajo de graduación mediante el cual logramos concluir con éxito nuestra carrera.

Al *Ing. MSc. Álvaro Benavides* por su colaboración en el análisis y procesamiento de los datos.

Cariñosamente al *Ing. Mario Regalado, Ing. Richard Mendoza* por acogernos en la unidad de producción del *Ing. Diego Vargas*, en la cual se realizó el establecimiento de este experimento.

Al personal que labora en el CENIDA por permitirnos el acceso a toda la información pertinente y relacionada con nuestro trabajo.

*Br. Jonathan David Castillo Rodríguez.*

## AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por haberme brindado un tiempo más de vida, por haberme dado la sabiduría, el entendimiento y la paciencia durante mis estudios. Además, por derramar infinitas bendiciones en mi familia y en mí, y por la fortaleza para alcanzar mi meta propuesta.

De manera gratificante a la Universidad Nacional Agraria por haberme permitido formarme como profesional.

A mis padres: **Teodoro del Rosario Saravia Obando y Benbenuta del Rosario Rodríguez Brizuela**, por haberme ayudado económicamente e inculcado valores que me ayudaron a formarme como persona para seguir camino correcto.

A **mis hermanos** por ser parte de mi familia el cual es lo más importante, y por ser partícipes directos como amigos, brindándome apoyo y motivación para poder alcanzar mis logros propuestos.

A **mis abuelos** que en paz descansen, por sus sanos y valiosos consejos que me llenaron de fe y confianza, y me ayudaron de motivación para culminar mis estudios.

A nuestros asesores de tesis: **Ing. MSc. Henry Duarte Canales y Ing. MSc. Álvaro Benavidez González**, por haber tenido la paciencia y dedicación en las correcciones y procesamiento de información para la mejora de nuestro trabajo y por sus valiosos aportes con sus conocimientos en el intercambio de información.

A **Josep Enmanuel Mairena**, amigo de la universidad, quien voluntariamente nos ayudó en parte del levantamiento de datos durante la etapa de campo, por lo que le agradecemos por su valioso apoyo.

Al **Ing. MSc. Álvaro Benavides** por su colaboración en el análisis y procesamiento de datos.

Eternamente agradecido con **Ing. Mario Regalado, Ing. Richard Mendoza y Ing. Diego Vargas** (Dueño de la unidad de producción), quienes nos recibieron amablemente y se nos permitió poder llevar a cabo nuestro experimento.

*Mis más altas muestras de estima, consideración y cariño*

**Br. José Manuel Saravia Rodríguez**

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>		<b>PÁGINA</b>
1	Análisis de suelo de finca El Acetuno	4
2	Niveles y factores evaluados	7
3	Comparación de los valores medios de las variables de crecimiento Medidas a los 15 y 30 ddg de los híbridos de maíz DK-357 y HS-5G Tisma, Masaya 2016	13
4	Comparación de los valores medios de las variables de crecimiento Medidas a los 45 y 60 ddg de los híbridos de maíz DK-357 y HS-5G Tisma, Masaya 2016	13
5	Comparación de los valores medios de las variables de rendimiento de los híbridos de maíz HS-5G y DK-357 Tisma, Masaya 2016	15
6	Comparación de los rendimientos totales de los híbridos de maíz HS-5G y DK-357 Tisma, Masaya 2016	15
7	Análisis de relación beneficio/costo de los tratamientos evaluados	18

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>		<b>PÁGINA</b>
1	Mapa de ubicación de finca El Acetuno, Tisma, Masaya 2016	4
2	Rendimientos totales de los híbridos de maíz HS-5G Y DK-357 fertilizado con tres dosis de nitrógeno.	16

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Itinerario técnico del híbrido de maíz DK-357 con la Fertilización de 123 kg de N	23
2	Itinerario técnico del híbrido de maíz DK-357 con la Fertilización de 151 kg de N	24
3	Itinerario técnico del híbrido de maíz DK-357 con la Fertilización de 183 kg de N	25
4	Itinerario técnico del híbrido de maíz HS-5G con la Fertilización de 123 kg de N	26
5	Itinerario técnico del híbrido de maíz HS-5G con la Fertilización de 151 kg de N	27
6	Itinerario técnico del híbrido de maíz HS-5G con la Fertilización de 183 kg de N	28
7	Distribución de los tratamientos en campo	29

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en el municipio de Tisma, departamento Masaya, en el período de abril a julio del 2016, con el propósito de comparar tres dosis de nitrógeno: 123 kg, 151 kg y 183 kg ha<sup>-1</sup> provenientes de los fertilizantes Urea y Sulfúrea. Se evaluó su efecto en el crecimiento y rendimiento de los híbridos del cultivo de maíz HS-5G y DK-357 de grano blanco. Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA) bifactorial propiamente dicho. Las variables fueron sujetas a un análisis de varianza (ANDEVA) y agrupaciones de medias mediante LSD ( $\alpha=0.05$ ). Las variables: diámetro, altura y número de hojas por planta fueron afectadas significativamente en el híbrido de maíz DK-357 y fertilizado con 183 kg de nitrógeno a los 15, 30 y 45 días después de la germinación (ddg) y a los 60 (ddg) se encontró diferencias estadísticas en la variable de altura de planta con la dosis de 123 kg de nitrógeno. Las variables del rendimiento también fueron afectadas significativamente, destacando el híbrido de maíz DK-357 y fertilizado con 183 kg de nitrógeno con mayor promedio total con 6520.93 kg ha<sup>-1</sup> en comparación al híbrido HS-5G, con un rendimiento promedio de 4959.83 kg ha<sup>-1</sup> con la dosis de 151kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno. Superando el DK-357 en 23.94 % al HS-5G. Sin embargo, el análisis económico demostró mayores ganancias con la fertilización de 151kg ha<sup>-1</sup> en los dos híbridos de maíz.

**Palabras claves:** Híbridos de Maíz, Dosis de Nitrógeno, Rendimiento.

## ABSTRACT

This experiment was conducted at the Tisma municipality, department of Masaya, in the period from April to July 2016, in order to compare three nitrogenized doses: 123 kg, 151 kg and 183 kg ha<sup>-1</sup> from Urea and Sulfurea fertilizers. It was evaluated the effect on the growth and yield from HS-5G and DK-357 corn grain hybrids. A Completely Randomized Block Design (BCA) was used. Variables were subjected to an analysis of variance (ANDEVA) and groupings of means using LSD ( $\alpha = 0.05$ ). The variables: diameter, height and number of leaves per plant were significantly affected in the DK-357 corn hybrid and fertilized with 183 kg of nitrogen at 15, 30 and 45 days, after germination (ddg) and at 60 (ddg), statistical differences were found in the plant height variable, with a dose of 123 kg of nitrogen. Performance variables were also significantly affected, with the maize hybrid DK-357 and fertilized with 183 kg of nitrogen with the highest average with 6520.93 kg ha<sup>-1</sup> compared to the hybrid HS-5G, with a lower yield of 4959.83 kg ha<sup>-1</sup> with the 151 kg ha<sup>-1</sup> dose of nitrogen. Surpassing the DK-357 in 23.94% to the HS-5G. However, the economic analysis showed higher yields with fertilization of 151 kg ha<sup>-1</sup> in both hybrids of corn.

**Key words:** Corn Hybrids, Nitrogen Dose, Yield.

## I. INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays* L.) es un cultivo de unos 7,000 años de antigüedad, que se cultiva en zonas casi todo el mundo, es uno de los cereales más importantes para el consumo humano y animal. La producción de granos y forrajes, es de gran importancia a nivel mundial, ocupando el tercer lugar. Se adapta ampliamente a diversas condiciones ecológicas y edáficas, a nivel nacional el maíz ocupa el primer lugar como grano básico cultivado (Peña, 2011).

En la actualidad se siembran aproximadamente 450,000 ha de maíz de los cuales el 10% corresponde a maíces híbridos, el resto materiales criollos y variedades mejoradas. Esto debido a que Nicaragua está siendo afectada por el cambio climático principalmente en la agricultura y una de las medidas de mitigación es el mejoramiento genético usando genotipos híbridos como el HS-5G y DK-357 introducidos a Nicaragua en el 2001, el potencial de rendimiento y resistente a condiciones adversas, requiere de un plan de nutrición diferente al de un maíz criollo en el cual el nitrógeno tiene que ser suministrado en altas dosis para satisfacer la demanda de estos genotipos híbridos de maíz (Castillo, 2015).

Los fertilizantes sintéticos usados en la agricultura convencional han aumentado el rendimiento de los cultivos por que satisfacen los requerimientos nutricionales de las plantas a corto plazo, resaltando los fertilizantes nitrogenados como los más importantes en la demanda nutricional del cultivo de maíz para obtener una buena producción (Castillo, 2015).

Estudiar diferentes dosis de nitrógeno en el cultivo de maíz es de importancia ya que este influye en el rendimiento, calidad y en el contenido de proteína del grano. Sin embargo, cuando se realizan aplicaciones excesivas de nitrógeno se pueden obtener menores ganancias económicas y fisiológicas, pero también cuando la planta de maíz carece de nitrógeno disminuye su vigor y por ende en el rendimiento. He aquí la importancia de los estudios con dosis diferentes de nitrógeno (Anchundia, 2015).

Los sistemas de riegos por pivote central han evolucionado y su manejo genera mano de obra, mayor rendimiento de los cultivos, seguridad de cosecha, mayor eficiencia en el uso del agua, ahorros de energía y agroquímicos, además de irrigar terrenos que difícilmente podrían ser regados por otros métodos, son algunos de los coeficientes que hacen eficaces estos a estos sistemas de riego y los cuales son controlados fácilmente mediante una computadora o teléfono móvil y sembrando en cualquier época del año (Arysta, 2017).

Por esta razón se realizó una evaluación de dos genotipos híbridos de maíz que han sido introducidos y comercializados en el mercado desde el año 1994 y 2003 con rendimientos promedios que oscilan entre los 4,545 y 4,600 kg ha<sup>-1</sup>enfrentando así los bajos rendimientos y problemas de seguridad alimentaria, en este trabajo de investigación se evaluó diferentes dosis de nitrógeno generando información que servirá como fuente para los productores que siembran estos genotipos de maíz.

## **II. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Generar información sobre el rendimiento de dos híbridos de maíz y tres dosis de nitrógeno, bajo riego por pivote central, Tisma-Masaya 2016.

### **Objetivos específicos**

Comparar el efecto de dosis de nitrógeno: 123 kg, 151 kg y 183 kg ha<sup>-1</sup> provenientes de las fuentes urea, sulfúrea y su efecto en el crecimiento de los híbridos de maíz.

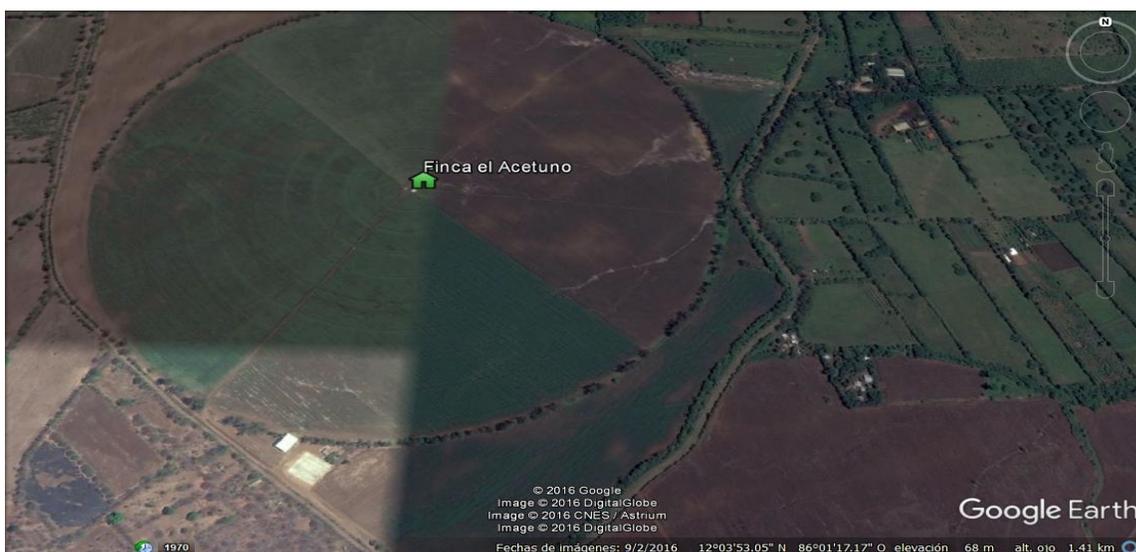
Evaluar el efecto de dosis nitrogenadas sobre el rendimiento de los dos híbridos de maíz HS-5G y DK-357.

Estimar el análisis de relación beneficio/costo de los híbridos de maíz bajo fertilización convencional.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Ubicación del experimento y fecha de estudio

El estudio fue realizado en el mes de abril del 2016 (primera) en la unidad de producción (finca El Acetuno), ubicada en el departamento de Masaya Municipio de Tisma km 4 hacia Masaya (4 esquinas). Las coordenadas geográficas son: 12°04'00" de latitud Norte y 86° 01' 25.8" de latitud Este. Temperatura promedio de 32.7°C, una precipitación de 1,450 mm anuales y una humedad relativa de 72%.



**Figura 1.** Mapa de ubicación de finca El Acetuno, Tisma, Masaya, 2016.

#### 3.2 Análisis de suelo de la unidad experimental

**Cuadro 1.** Análisis de suelo de la finca, El Acetuno

pH	Textura	N(mg/kg)	P(mg/kg)	K(meq/100g)	Ca (meq/100g)	Mg(meq/100g)	Zn(mg/kg)	Cc %	Pmp %
6.7	Franco arcillo	1250	15	1.5	16.57	4.93	0.46	30.47	15.03
Muy ligeramente ácido		Medio	Medio	Alto	Alto	Alto	Pobre	Alto	Alto

(DISAGRO-AgriTEC, 2016)

#### 3.3 Características del maíz híbrido HS-5G

Las características de este maíz son muy buenas debido a que presenta una estabilidad y consistencia excepcional, excelente cobertura de mazorca, tolerante a la sequía con muy buena calidad de grano para la industria, rinde muy bien en el trópico húmedo, tolera el achaparramiento y lo más importante es que este grano blanco semi-dentado se adapta muy bien a condiciones adversas con un excelente costo beneficio en el mercado de maíz debido a su fácil venta de producción (FORMUNICA, (s.f)).

### **3.4 Características del Maíz híbrido DK-357**

Es un híbrido con alta tolerancia a enfermedades y gran potencial de rendimiento con un buen peso de grano, conocido como el más rendidor del trópico. También presenta alto porcentaje de germinación y vigor sin olvidar su doble uso de grano y forraje (MONSANTO, (s.f)).

### **3.5 Sulfúrea como fuente de nitrógeno**

La Sulfúrea es un fertilizante que suministra a los cultivos nitrógeno en un (40 %) y Azufre, éste último vital para nuestros suelos y promotor de una mejor asimilación del nitrógeno, contribuyendo a la obtención de una mejor cosecha. Brinda a los diferentes cultivos una nutrición oportuna y balanceada con nitrógeno, calcio y magnesio para obtener el máximo rendimiento en los cultivos donde se utilice (FERTICA, 2016).

### **3.6 Urea como fuente de nitrógeno**

El fertilizante urea es un compuesto químico orgánico cristalino de color blanco que contiene alrededor de un (46 %) de nitrógeno. Se utiliza ampliamente en el sector de la agricultura, tanto como fertilizante y aditivo para alimentos de animales, lo que hace que su producción sea considerablemente alta en comparación con otros fertilizantes (Palma, (s.f)).

### **3.7 Manejo del sistema de Riego**

Los Híbridos de maíz recibieron 14 láminas de agua de 40 mm, aplicándose una cada 5 días, desde la etapa de germinación hasta los 10 días después de la floración y 180 mm fueron provenientes de precipitaciones naturales en la etapa de llenado de grano, estimándose un total de 740 mm de agua para el ciclo de maíz.

Se utilizó la técnica de riego por Pivote Modelo 8000, Panel de control Select2 Valley Para Software versión 1.10 09979300 Spanish, Numero de Torrez: 9, Bomba: 100 Hp, Presión del Pivota: 23 PCI, Flujo de la maquina: 1000 gpm, Hectáreas abarcadas: 63.93, Longitud del pivote: 502.16 m.

### 3.8 Manejo agronómico

La preparación del suelo se realizó con un pase de arado y dos de grada, posteriormente se realizó control de malezas mediante la aplicación de herbicida prowl (pendimentalina) dosis de  $1.4 \text{ l ha}^{-1}$ . En el establecimiento del experimento se sembraron los genotipos híbridos de maíz HS-5G y DK-357 que fueron tratados con un producto químico para plagas de suelo llamado SEMEVIM (Thiodicarb: Dimetil N, (tiobis (metilimino) carboniloxi) bis etanimidotioato. Se utilizó para la siembra dos libras de semillas por cada genotipo, luego estas se trataron con 20cc de producto tratador para las cuatro libras de maíz totales.

En la siembra se depositó una semilla por golpe y depositando de 6 a 7 semillas por metro lineal, se hizo un raleo de plantas y al final quedaron 5 semillas por metro lineal con una distancia de 76 cm entre surco y 20 cm entre planta, obteniéndose una población final de  $65,940 \text{ plantasha}^{-1}$ .

La fertilización empezó desde la siembra con la utilización de una fórmula completa (6N-20P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-9K<sub>2</sub>O-8.75MgO) con una dosificación de  $193 \text{ kg ha}^{-1}$ , de la cual obtenemos 11.58 kg de nitrógeno, mediante el siguiente cálculo:  $6=0.06\%$  por lo tanto:  $193 \times 0.06 = 11.58 \text{ kg}$  de nitrógeno adicional para las dosis nitrogenadas aplicadas (cuadro 2).

Las dosis de nitrógeno se aplicaron en dos momentos para una buena asimilación de nitrógeno por parte de la planta. La primera aplicación, se realizó a los 15 ddg utilizando como fuente el fertilizante sulfurea y a los 35 ddg, se utilizó urea, de tal manera que el suministro de nitrógeno fue fraccionado con el objetivo de que las plantas presentaran una mejor asimilación del nitrógeno. Vía foliar se aplicaron los fertilizantes foliares: MF ACTIVA ZINC® como fuente de zinc y MICRO MAX como fuente de elementos menores, estos se aplicaron a los 10, 30 y 40 ddg con una dosis de  $2 \text{ lha}^{-1}$  en ambos fertilizantes foliares.

Para el control de plagas se aplicó el insecticida Nomolt -150 (teflubenzurom) con dosis de  $0.35 \text{ lha}^{-1}$  aplicado a los 10, 15, 30, 45 y 90 ddg para controlar la población del gusano cogollero (*spodopterafrugiperda*) y el gusano de la mazorca (*Helicoberpazea*). Para el control de la chicharrita del maíz (*Dalbulusmaidiz*) y chinche pata de hoja

(*Acantocephalaterminalis*) se utilizó el insecticida Imidacloprid con una dosis de 300 gramos ha<sup>-1</sup> aplicado a los 16, 25 y 70 ddg.

La cosecha se realizó de forma manual a los 120 días ddg el cultivo de maíz con una humedad de grano de 22 % y se separaron las mazorcas de cada tratamiento para sus respectivas mediciones.

### 3.9 Diseño metodológico

Se utilizó un diseño BCA (Bloque Completo al Azar) bifactorial propiamente dicho compuesto por 4 bloques, 6 tratamientos y 24 repeticiones, en las cuales se establecieron 4 surcos de 4 m de largo y con una población de 1,920 plantas totales en el experimento. La parcela útil fue tomada de los dos surcos del centro eliminando un m de cada orilla, seleccionando 10 plantas por tratamiento, obteniendo una muestra total de 240 plantas. El área del experimento presentó dimensiones de 21 m de ancho por 19.25 de largo y área total de 404.25m<sup>2</sup>.

### 3.10 Factores estudiados

**Cuadro 2.** Niveles y Factores evaluados

<b>Factor A (genotipos)</b>	<b>Factor B (dosis de N en kg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Fuentes</b>	<b>Momento de aplicación (ddg)</b>
a <sub>1</sub> : Maíz HS-5G	b <sub>1</sub> :123	Fórmula base:11.58kg=4.24qq	A la siembra
		Sulfurea:55.71kg=3.1 qq	15
		Urea:55.71 kg =2.7 qq	35
a <sub>2</sub> : Maíz DK-357	b <sub>2</sub> :151	Fórmula base:11.58kg=4.24qq	A la siembra
		Sulfurea:69.71kg=3.8 qq	15
		Urea:69.71 kg =3.3 qq	35
	b <sub>3</sub> :183	Fórmula base:11.58kg=4.24qq	A la siembra
		Sulfurea:85.71kg=4.7 qq	15
		Urea:85.71 kg =4.1 qq	35

### 3.11 Variables de crecimiento

Para cada variable se seleccionaron 10 plantas por tratamiento, a las cuales se le tomaron las mediciones correspondientes.

### **3.11.1 Alturas de plantas en (cm)**

Las alturas fueron medidas con una cinta métrica de 5 m a los 15, 30, 45 y 60 ddg desde la base del tallo hasta la hoja bandera.

### **3.11.2 Altura de inserción de mazorca (cm)**

La altura de inserción se midió desde la base del tallo hasta la inserción de la mazorca cuando ya existía presencia de estas, utilizando una cinta métrica de 5 m.

### **3.11.3 Número de hojas por plantas**

Se realizó un conteo de las hojas presentes en las plantas de muestra a los 15, 30, 45, y 60 ddg.

### **3.11.4 Diámetro del tallo(cm)**

Se realizó la medición del diámetro de las plantas con un Vernier Digital a los 15, 30, 45 y 60 ddg.

## **3.12 Variables de rendimiento**

Para cada variable se seleccionaron 10 mazorcas por tratamiento, a las cuales se le tomaron las mediciones correspondientes.

### **3.12.1 Longitud de mazorca (cm)**

Se midió desde la base del pedúnculo hasta su ápice con una cinta métrica de 5m.

### **3.12.2 Diámetro de mazorca (cm)**

Se midió el diámetro de las mazorcas muestreadas utilizando un Vernier Digital, tomando la parte central de la mazorca.

### **3.12.3 Número de hileras por mazorca**

Se contó el número de hileras contenido en las mazorcas, a partir del centro de la mazorca.

### 3.12.4 Número de granos por hilera

El número de granos se contó en una hilera de cada mazorca muestreada.

### 3.12.5 Número de granos por mazorca

Se multiplicó el número de granos por hilera con el número de hileras, para obtener el número de granos por mazorca.

### 3.12.6 Determinación del peso de 1000 semillas (g)

Para esta variable se usó el método de determinación del Peso de mil semillas Según (Gómez y Fornos, 2011). En el cual se tomaron 8 muestras de 100 semillas por cada tratamiento, se pesaron en una balanza electrónica y posteriormente las medias del dato obtenidos se multiplicaron por 10, obteniendo de esta manera el peso de 1,000 semillas utilizando la siguiente ecuación:

$$S^2 = \frac{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}{N(N-1)} \quad S = \sqrt{S^2} \quad CV = \frac{S}{\bar{x}} \times 100$$

En donde:  $S^2$  = Varianza  $S$  = Desviación estándar  $CV$  = Coeficiente de variación  $X$  = Peso en gramos en cada repetición  $N$  = Número de repeticiones  $\Sigma$  = Suma de  $\bar{X}$  = Media del peso de 100 semillas

### 3.13 Rendimiento $\text{kg ha}^{-1}$

Se desgranaron y se pesaron todas las mazorcas por cada tratamiento para la obtención del rendimiento total. También se calculó el contenido de humedad del grano para ajustar el rendimiento hasta un 14 por ciento del contenido de humedad del grano, esto se calculó por medio de la siguiente expresión planteada por (Gómez y Fornos, 2011).

$$P_F = \frac{P_I (100 - H_I)}{(100 - H_F)}$$

donde:  $P_I$  = peso inicial  $\text{kg ha}^{-1}$ ,  $P_F$  = peso final  $\text{kg ha}^{-1}$ ,  $H_I$  = % de humedad inicial en el grano,  $H_F$  = % de humedad final a la que se desea ajustar el rendimiento

### 3.14 Análisis de la información

Los datos obtenidos de las variables estudiadas, se manejaron en hojas electrónicas de (Excel) analizadas con el software SAS (v 9.1). Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y agrupaciones de media por LSD ( $\alpha= 0.05$ ) sobre variables agronómicas y de rendimiento, mediante el siguiente modelo aditivo lineal.

Según Fernández *et al.* (2010) el MAL se expresa como:

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

$i = 1, 2, 3, \dots, a = 2$ : niveles del factor A (Genotipos de Maíz).

$j = 1, 2, 3, \dots, b = 3$ : niveles del factor B (Niveles de nitrógeno).

$k = 1, 2, 3, \dots, n = 4$ : Repeticiones.

$Y_{ijk}$  = La k-ésima observación del rendimiento del ij-ésimo tratamiento.

$\mu$  = Estima a la media poblacional.

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo nivel del factor A (Genotipos).

$\beta_j$  = Efecto debido al j-ésimo nivel del factor B (Niveles de N).

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de interacción entre factores Genotipos \* Niveles de N.

$\rho_k$  = Efecto del k-ésimo bloque.

$\varepsilon_{ijk}$  = Efecto aleatorio de variación.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUCION**

### **4.1 Altura de planta (cm)**

La altura de planta es una característica fisiológica de gran importancia en el crecimiento y desarrollo de la planta, es indicativo de la velocidad de crecimiento. Está determinada por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis, lo que a su vez es dirigida al fruto; la altura puede verse afectada por la acción conjunta de los cuatro factores fundamentales: luz, humedad, nutrientes y la densidad de plantas por área (Peña y Quiroz, 2011).

Mediante la separación de medias por  $LSD = (0.05)$  se encontró diferencias significativas en la altura de planta a los 15ddgteniendo el mayor promedio el tratamiento del híbrido DK-357correspondiente a 6.43 cm, a los 30 ddg el mayor promedio lo presentó el tratamiento delhíbrido DK-357 correspondiente a 29.27 cm, a los 45 ddg el mayor promedio lo presentó el mismo híbrido con 130.38 cm, a los 60 ddg igualmente este resaltó con un promedio de 261 cm en comparación a los datos encontrados por (Anchundia, 2015). con el híbrido PIONNER 30F35 con una altura de 190 cm lo que nos indica que el DK-357 presenta un mayor crecimiento vegetativo.

### **4.2 Número de hojas**

Las hojas varían conforme a su tamaño color y pilosidad; esta variación se encuentra relacionada con la variedad, la posición de la hoja en el tallo, edad y las condiciones ambientales como luz y humedad (Somarriba, 1998).

Mediante la separación de medias por  $LSD = (0.05)$ se encontró diferencias significativas en el número de hojas por planta a los 15y 30 ddg, a diferencia de los 45 ddg ya que se obtuvo el mayor promedio de 13.62 hojas y a los 60 ddg presento 17.97 hojas correspondiente al tratamiento del híbrido DK-357 en comparación al híbrido de maíz HS-5G con promedio de 13.35 a los 45 ddg y 17.27 a los 60 ddg siendo esto mayor que los datos obtenidos por (Ruiz y Salmerón, 2013) con un promedio de hojas por plantas en el HS-5G de 10.10 a los 48 ddg. Igualmente, no se encontraron diferencias significativas entre las dosis de nitrógeno a como se aprecia en el (cuadro 3 y 4).

### **4.3 Diámetro del tallo (cm)**

El maíz es un cultivo afectado frecuentemente por fuertes vientos que provocan el doblamiento de los tallos (acame), por lo que el aumento del grosor del tallo es una característica deseable para disminuir el acame (Alvarado y Centeno, 1994).

Mediante la separación de medias por  $LSD = (0.05)$  no se encontró diferencias significativas en el diámetro de tallo en el cual reflejo a los 45 ddg presentando un promedio similar de 2.56 cm correspondiente al tratamiento del híbrido DK-357y con 2.60 cm correspondientes al maíz HS-5Gcomparados con los datos encontrados por (Peña, 2011). con un diámetro promedio de 2.3 cm a los 48 ddg por lo tanto se considera que los valores expresados en los dos híbridos de maíz son muy buenos ya que indicaron que estos tuvieron una mayor cantidad de reserva de agua y nutrientes en sus tallos.

### **4.4 Altura de inserción (cm)**

La altura de inserción de la mazorca está en dependencia directa de las característicasfenológicas de la planta y es un factor asociado con el rendimiento, ya que los cultivares con mazorcas ubicadas a la altura ideal, tendrán los mejores rendimientos según, (Reyes,1990) considerando que las hojas superiores y las centrales son las principales contribuyentes de carbohidratos de la mazorca y llenado de granos.

Mediante la separación de medias por  $LSD = (0.05)$  se encontró diferencias significativas en la altura de la inserción de mazorca medida a los 60 ddg el cual presento el mayor promedio de 128.32 cm correspondiente al tratamiento del híbrido DK-357 y encontrándose diferencias significativas con un mayor promedio de 126.32 cm correspondiente a la dosis de  $123 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrógeno en comparación al promedio de 124.62 cm expresado con la dosis de  $183 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrógeno por el maíz HS-5G,siendo estos datos similares a los 123-134 cm de altura de inserción ya establecidos por sus características varietales estándar.

**Cuadro 3.** Comparación de los valores medios de las variables de crecimiento medidas a los 15 y 30ddg, de los híbridos de maíz DK-357 y HS-5G, Tisma, Masaya, 2016.

Factores		15 ddg			30 ddg		
		Ap	Nh	Dt	Ap	Nh	Dt
<b>Genotipos</b>	<b>DK-357</b>	6.43a	5.06a	0.47a	29.27a	10.20a	1.48a
	<b>HS-5G</b>	5.55b	5.15a	0.45a	27.05b	10.00a	1.54a
<b>Dosis de nitrógeno</b>	<b>123 kg ha<sup>-1</sup></b>	5.95a	5.05a	0.45a	27.92a	10.06a	1.54a
	<b>151 kg ha<sup>-1</sup></b>	5.97a	5.10a	1.48a	28.01a	10.08a	1.48a
	<b>183 kg ha<sup>-1</sup></b>	6.06a	5.17a	0.47a	28.57a	10.16a	1.51a
<b>R<sup>2</sup></b>		0.93	0.88	0.8	0.71	0.69	0.82
<b>CV</b>		5.41	3.42	15.07	7.25	3.46	5.14

\* Nota: AP: Altura de planta (cm) Nh: Numero de hojas Dt: Diámetro de tallo (cm) AI: Altura de la primera inserción (cm)

**Cuadro 4.** Comparación de los valores medios de las variables de crecimiento medidas a los 45 y 60 ddg, de los híbridos de maíz DK-357 y HS-5G Tisma, Masaya, 2016.

Factores		45 ddg			60 ddg			
		Ap	Nh	Dt	Ap	Nh	Dt	AI
<b>Genotipos</b>	<b>DK-357</b>	130.38 a	13.62a	2.56a	261.75a	17.97a	2.66a	128.32a
	<b>HS-5G</b>	122.57 b	13.35 b	2.60a	253.79 b	17.27 b	2.7a	120.62 b
<b>Dosis de nitrógeno</b>	<b>123 kg ha<sup>-1</sup></b>	125.31a	13.27a	2.54a	257.51a	17.54a	2.65a	126.32a
	<b>151 kg ha<sup>-1</sup></b>	127.31a	13.54a	2.66b	258.11a	17.92a	2.73a	122.16 b
	<b>183 kg ha<sup>-1</sup></b>	126.81a	13.64a	2.55ab	257.69a	17.39a	2.65a	124.92ab
<b>R<sup>2</sup></b>		0.88	0.77	0.73	0.89	0.91	0.76	0.67
<b>CV</b>		3.26	2.61	4.62	1.39	2.42	4.16	6.11

\*Nota:AP: Altura de planta (cm) Nh: Numero de hojas Dt: Diámetro de tallo (cm) AI: Altura de la primera inserción (cm)

#### 4.5 Efecto de las dosis de nitrógeno sobre el crecimiento de los híbridos de maíz

En el análisis de los datos de crecimiento, según la separación de medias (LSD = 0.05), solo se encontraron diferencias significativas en la variable de altura de inserción de mazorca, presentando los mayores promedios la dosis de 123 kg ha<sup>-1</sup> de tal manera que todo esto contribuyó a que los híbridos obtuvieran mejor reserva de agua y nutrientes en sus tallos lo cual pudo influir en su rendimiento fisiológico.

#### 4.6 Diámetro de mazorca (cm)

El diámetro de mazorca forma parte de la fase reproductiva, en la que se requiere de actividad fotosintética y gran absorción de agua y nutrientes. Si los eventos mencionados son adversos, se afecta el tamaño de la espiga en formación, y por consiguiente se obtiene menor diámetro de mazorca que al final repercute en bajos rendimientos.

Mediante la separación de medias por LSD  $= (0.05)$  en la variable diámetro de la mazorca se encontró diferencias estadísticas con diferencias significativas y con un promedio 4.89 cm de diámetro correspondientes al híbrido DK-357 comparados a los 4.77 cm correspondientes al híbrido de maíz HS-5G.

#### **4.7 Longitud de mazorca (cm)**

En la variable longitud de la mazorca mediante la separación de medias por LSD  $= (0.05)$  se encontró diferencias estadísticas en el cual se obtuvo el mayor promedio con 18.71 cm en el híbrido DK-357 y 17.19 cm en el híbrido HS-5G en comparación a los datos con menores promedios en longitud de mazorca de 13.2 cm encontrados por (Anchundia, 2015) con el híbrido de maíz PIONNER 30F35.

#### **4.8 Número de hileras por mazorca**

El número de hileras por mazorca estará en dependencia de la longitud, diámetro de la mazorca, la variedad y sobre todo un buen suministro de fertilizantes con lo que aumentará la masa relativa de la mazorca, aumentando el número de hileras (Centeno y Castro, 1993).

Mediante la separación de medias por LSD  $= (0.05)$  los resultados de número de hileras por mazorcas indicaron que no se encontró diferencias estadísticas significativas para ninguno de los híbridos de maíz y dosis de nitrógeno.

#### **4.9 Número de granos por hilera**

El tamaño de los granos contribuye en el rendimiento del cultivo. El número de granos está determinado por la longitud de la mazorca y el número de hileras por mazorca (Jugenheimer, 1981). En el maíz el número de granos por hilera está fuertemente influenciado por el suministro de nitrógeno (Lemcoff y Loomis, 1985), además lo necesita la planta durante la época del crecimiento.

Mediante la separación de medias por LSD  $= (0.05)$ , en la comparación de los valores medios para la variable número de granos por hilera no se encontró diferencias estadísticas para ninguno de los híbridos de maíz y dosis de nitrógeno.

#### 4.10 Granos por mazorca

En la comparación de los valores medios para la variable granos por mazorca, mediante la separación de medias por LSD  $\alpha(0.05)$  no se encontró diferencias estadísticas significativa correspondientes a los híbridos de maíz y dosis de nitrógeno.

**Cuadro 5.** Comparación de los valores medios de las variables de rendimiento de los híbridos de maíz HS-5G Y DK-357 Tisma, Masaya, 2016.

Factores		Dm	Lm	NHm	G/H	G/M
Genotipos	DK-357	4.89a	18.71a	16.05a	35.77a	574.56a
	HS-5G	4.77 b	17.19 b	16.11a	35.21a	557.52a
Dosis de nitrógeno	123 kg ha <sup>-1</sup>	4.77a	18.27a	16.1a	36.1a	580.68a
	151 kg ha <sup>-1</sup>	4.81a	17.75a	16.12a	34.65a	558.38a
	183 kg ha <sup>-1</sup>	4.91a	18.14a	16.03a	35.72a	574.06a
R <sup>2</sup>		0.79	0.94	0.72	0.86	0.81
CV		2.32	2.72	2.45	4.06	7.01

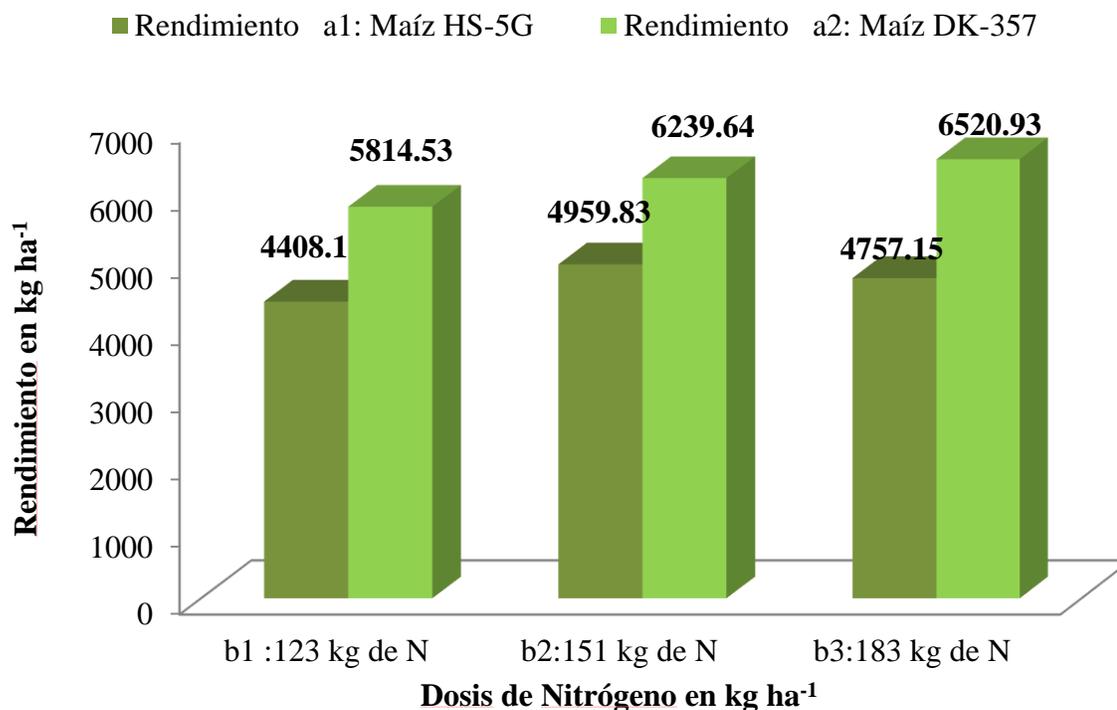
\*Nota: Dm: diámetro de mazorca, Lm: longitud de mazorca, NH/M: número de hileras por mazorca, G/M: granos por mazorca NG/H: granos por hilera.

#### 4.11 Rendimiento kg ha<sup>-1</sup>

El rendimiento del maíz está relacionado con el empleo de fertilizantes, aporte de humedad, densidad poblacional y el potencial del rendimiento de la variedad (Ponce, 1991). Mediante la separación de medias por LSD  $\alpha(0.05)$  se encontró diferencias significativas. En la figura 1 se muestran los mayores promedios de rendimiento, se observa que el mayor promedio en rendimiento total es presentado en el híbrido de maíz DK-357 sobre el maíz HS-5G respecto a todas las dosis de nitrógeno.

**Cuadro 6.** Comparación de los rendimientos totales de los híbridos de maíz HS-5G Y DK-357 Tisma, Masaya, 2016.

Dosis kg ha <sup>-1</sup>	Rendimiento total kg ha <sup>-1</sup>	
	a1: Maíz HS-5G	a2: Maíz DK-357
b <sub>1</sub> : 123 kg de N	4408.1 b	5814.53 a
b <sub>2</sub> : 151 kg de N	4959.83 b	6239.64 a
b <sub>3</sub> : 183 kg de N	4757.15 b	6520.93 a



**Figura 2.** Rendimientos totales de los híbridos de maíz HS-5G y DK-357 fertilizado con tres dosis de nitrógeno.

#### 4.12 Efecto de las dosis de nitrógeno sobre el rendimiento de los híbridos de maíz

En la figura 2 se aprecia el rendimiento total en el cual la dosis nitrogenada de 183 kg ha<sup>-1</sup> influyó a expresar un potencial mayor de rendimiento en el híbrido DK-357, con un promedio de 6520.93 kg ha<sup>-1</sup> y con las demás dosis de nitrógeno este híbrido de maíz supera siempre al HS-5G con mayor productividad. Sin embargo, aunque el HS-5G no logro superar en ningún tratamiento al otro híbrido de maíz, estelogra expresa un mayor rendimiento promedio de 4959.83 kg ha<sup>-1</sup> con la dosis de 151 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno siendo estos datos menores en comparación a los 8709 kg ha<sup>-1</sup> que obtuvo (Anchundia, 2015) con el híbrido de maíz PIONNER 30F35. Aunque el DK-357 se expresó mejor en comparación al HS-5G, esto no indica que sea un híbrido no productivo sino más bien que las condiciones en qué fue establecido no son las requeridas por este material para poder expresar su mayor potencial de rendimiento.

#### **4.13 Análisis económico de relación Beneficio/Costo**

En el análisis económico de relación beneficio costo que se representa en el cuadro 7 se aprecia que el híbrido Dk-357 fertilizado con la dosis de 151kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno, genero un mayor rendimiento económico, en el cual por cada córdoba invertido se obtuvieron 4.25córdobas de ganancia como fuente de ingresos a la unidad de producción. Esto se debe a que los costos variables fueron menores por lo tanto aunque la dosis de 183 kg ha<sup>-1</sup> genero mayor rendimiento en grano esta fue menos rentable debido a que los costos variables fueron más altos y esto es atribuido a la cantidad de fertilizante utilizado y el híbrido de maíz HS-5G entre las tres dosis logro alcanzar su mayor rendimiento en grano y económico con la fertilización de 151kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno en el cual se obtuvo por cada córdoba de inversión 3.38 córdobas de ganancias.

**Cuadro 7.** Análisis de relación beneficio/costo de los tratamientos evaluados

Tratamiento	Area/ ha	Rendimiento/ QQ	Precio de Venta (C\$)	Productob ruto (PB)	Costos variables (CV)	Margen bruto (MB)	TCPB	TCCV	TCMB	Relación Beneficio Costo R/B/C
DK-357/123 kg N	1.00	127.92	570.00	72,914.40	17,624	55,290	18	16	18	4.14
DK-357 /151 kg N	1.00	137.27	570.00	78,243.90	18,404	59,840	19	17	20	<b>4.25</b>
DK-357 /183 kg N	1.00	143.46	570.00	81,772.20	19,424	62,348	20	18	21	4.21
HS-5G /123 kg N	1.00	96.98	570.00	55,278.60	17,624	37,655	13	16	13	3.14
HS-5G /151 kg N	1.00	109.11	570.00	62,192.70	18,404	43,789	15	17	15	<b>3.38</b>
HS-5G /183 kg N	1.00	104.66	570.00	59,656.20	19,424	40,232	15	18	13	3.07
<b>TOTAL</b>	<b>6.00</b>			<b>410,058</b>	<b>110,904</b>	<b>299,154</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>22.19</b>

\*Nota:**TCPB:** Tasa de contribución del Producto Bruto    **TCCV:** Tasa de contribución de los Costos Variables    **TCMB:** Tasa de contribución del Margen Bruto

## V. CONCLUSIONES

El Híbrido de maíz DK-357 expresó un mayor crecimiento, presentando un diámetro de planta, inserción de mazorca y una altura mayor en comparación al híbrido HS-5G.

La dosis nitrogenada de 183 kg ha<sup>-1</sup> influyó a expresar un potencial mayor de rendimiento en el híbrido DK-357, con un promedio de 6520.93 kg ha<sup>-1</sup> y el híbrido HS-5G expresa entre las tres dosis de nitrógeno su mayor rendimiento promedio de 4959.83 kg ha<sup>-1</sup> con la dosis de 151 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno.

El mayor beneficio costo provino del híbrido de maíz DK-357 el cual generó 4.25 córdobas de ganancia por cada córdoba invertido y esto se le atribuye al híbrido y a la fertilización de 151 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Para mejorar los resultados del experimento se puede aumentar el número de repeticiones, para encontrar más significancias y diferencias entre los tratamientos.

Si se desea estudiar con mayor profundidad el efecto de las dosis de nitrógeno, se recomienda utilizar un Diseño de Parcela Dividida (DPD).

Se recomienda utilizar el híbrido de maíz DK-357 con la dosis de 151 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno para productores que cuenten con un sistema de riego de pivote central, condiciones agroambientales similares a las del estudio de investigación y que realicen un manejo altamente convencional, para alcanzar el máximo potencial de rendimiento de este material híbrido.

## VII. LITERATURA CITADA

- Alvarado, E. y Centeno, A. (1994). *Efectos de sistemas de labranzas, rotación y control de malezas sobre la cenosis de las malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de maíz (Zea maysL.). Y sorgo (Sorghum bicolor L Moench)*(Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Anchundia Olivo, C. A. (2015). *Efecto de diferentes dosis de fertilizantes YARA en el comportamiento agronomico del hibrido de maiz (Zea Mays L.) PIONNER 30F35 en El CantonBalzar, Provincia Guayas.* (Tesis de pregrado).Universidad De Guayaquil, CantonBalzar, Guayas.
- Arysta. (2017). La Revolución Circular del Riego. Recuperado de <http://www.redagricola.com/reportajes/riego/pivotes-la-revolucion-circular-del-riego>
- Castillo Rodríguez I. G. (julio, 2014). Convención de semillas FORMUNICA. En asesor de semillas. (Asesor). Convención de Maíces Híbridos. Simposio llevado a cabo en la conferencia de julio de FORMUNICA, Managua, Nicaragua.
- Centeno, J. y Castro, J. (1993). *Influencia de cultivos antecesores y métodos de control de malezas sobre la cenosis de las malezas y crecimiento, desarrollo y rendimiento de cultivos de maíz (Zea maysL.) y sorgo (Sorghum bicolor L. Moench.)* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- DISAGRO-AgriTEC. Resultados de muestras de finca, Tisma. (17 de mayo de 2016). Recuperado delregalado@invasa.com.ni[Mensaje en lista de correos electrónicos].
- Fernández Escobar, R., Trapero Casas, A. y Domínguez Giménez, J. (2010). Experimentación en Agricultura. Sevilla, España. Consejería de Agricultura y Pesca.
- FERTICA. (2016). Sulfurea 40% N, 6% S. Recuperado de <http://fertica.com/sulfurea-40-n-6-s/#.V41jqjJPjIW>
- FORMUNICA. (s.f). Fortalezas y Características Varietales del Hibrido HS-5G. Recuperado de <http://formunica.com/pdf/semillas/HS-5G.pdf>
- Gómez, O., &Fornos, D. (2011). Guías de Análisis de Calidad de Semillas. Managua. UNA
- Jugenheimer, R. (1981). Variedades mejoradas, métodos de control y producción de semilla. México D.F. ed. Limusa.
- Lemcoff, J. A. y Loomis. (1985). Nitrogen influences of agriculture soils and men; yearbook of agriculture 1983. Washington D.C.

- MONSANTO. (s.f). Características Agronómicas de los Híbridos DK-390, DK-395, DK-357, DK-7500. Recuperado de [http://www.monsanto.com/global/lan/productos/documents/regions/dekalb/vallesaltos\\_web\\_baja.pdf](http://www.monsanto.com/global/lan/productos/documents/regions/dekalb/vallesaltos_web_baja.pdf)
- Palma, P. A. (s.f). Qué es el fertilizante de urea. Recuperado de [http://www.ehowenespanol.com/fertilizante-urea-sobre\\_165824/](http://www.ehowenespanol.com/fertilizante-urea-sobre_165824/)
- Peña, T.; Quiroz, L. (2011). *Evolución de la producción de chilote en el cultivo de maíz (Zea maysL.) variedad HS-5G utilizando sustrato mejorado y determinación de los coeficientes “Kc” y “Ky”, bajo riego por aspersión, finca las Mercedes 2009* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua
- Reyes, C. P. (1990). El maíz y su cultivo. México D.F. A.G.T Editorial.
- Ruiz, J.; Calderon, V. (2013). *Efecto de tres láminas de riego por goteo y tres momentos de aplicación de 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno sobre el crecimiento del maíz (Zea Mays L.) y rendimiento en chilote* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Somarriba R. C. (1998). Texto granos básicos. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria.

## VIII. ANEXOS

**Anexo 1.** Itinerario Técnico del Híbrido de maíz DK-357 con la fertilización de 123 kg de N

AREA: 1 ha	Maíz	Ciclo: anual		DK-357 -123 kg DE N			RDTO	127.92
Actividad	MOC d/H	Costo MOC	Insumo	Dosis	Costo Insumo	Herrm.Usada	Alquiler	Costo Total
Preparación del terreno						Arado y Grada	1600	1600
Eliminación de arvenses			PROWL	1.4	572	Fumigadora	300	872
Siembra y fertilización			DK-357 - HS-5G Y Fórmula de completo	10 kg/variedad y 4.29 qq	5474	Sembradora	900	6374
Fertilización nitrogenada 1	1	120	Sulfurea	3.1 qq	1860	Manual		1980
Fertilización foliar	1	120	ZINC + Microelementos	3l c/u	1800	Bomba de mochila		1920
Control de plagas 1	0.5	60	Nomolt + Imidacloprid	350 cc y 300 g	366	Bomba de mochila		426
Fertilización nitrogenada 2	1	120	Urea	2.7 qq	1620	Manual		1740
Control de plagas 2	1	120	Nomolt + Imidacloprid	350 cc y 300 g	366	Bomba de mochila		486
Control de plagas 3	1	120	Nomolt + Imidacloprid	350 cc y 300 g	366	Bomba de mochila		486
Cosecha						Cosechadora	1740	1740
							<b>Total C\$</b>	<b>17624</b>

**Anexo 2.** Itinerario Técnico del Híbrido de maíz DK-357 con la fertilización de 151 kg de N

AREA: 1 ha		Maíz		Ciclo: anual		DK-357 -151 kg DE N		RDTO	137.27
Actividad	MOC d/H	Costo MOC	Insumo	Dosis	Costo Insumo	Herrm.Usada	Alquiler	Costo Total	
Preparación del terreno						Arado y Grada	1600	1600	
Eliminación de arvenses			PROWL	1.4	572	Fumigadora	300	872	
Siembra y fertilización			DK-357 - HS-5G Y Fórmula de completo	10 kg/variedad y 4.29 qq	5474	Sembradora	900	6374	
Fertilización nitrogenada 1	1	120	Sulfurea	3.8 qq	2280	Manual		2400	
Fertilización foliar	1	120	ZINC + Microelementos	3l c/u	1800	Bomba de mochila		1920	
Control de plagas 1	0.5	60	Nomolt + Imidacloprid	350 cc y 300 g	366	Bomba de mochila		426	
Fertilización nitrogenada 2	1	120	Urea	3.3 qq	1980	Manual		2100	
Control de plagas 2	1	120	Nomolt + Imidacloprid	350 cc y 300 g	366	Bomba de mochila		486	
Control de plagas 3	1	120	Nomolt + Imidacloprid	350 cc y 300 g	366	Bomba de mochila		486	
Cosecha						Cosechadora	1740	1740	
							<b>Total C\$</b>	<b>18404</b>	

**Anexo 3.** Itinerario Técnico del Híbrido de maíz DK-357 con la fertilización de 183 kg de N

AREA: 1 ha	Maíz	Ciclo: anual		DK-357 -183 kg DE N			RDTO	143.46
Actividad	MOC d/H	Costo MOC	Insumo	Dosis	Costo Insumo	Herrm.Usada	Alquiler	Costo Total
Preparación del terreno						Arado y Grada	1600	1600
Eliminación de arvenses			PROWL	1.4	572	Fumigadora	300	872
Siembra y fertilización			DK-357 - HS-5G Y Fórmula de completo	10 kg/variedad y 4.29 qq	5474	Sembradora	900	6374
Fertilización nitrogenada 1	1	120	Sulfurea	4.7 qq	2820	Manual		2940
Fertilización foliar	1	120	ZINC + Microelementos	3l c/u	1800	Bomba de mochila		1920
Control de plagas 1	0.5	60	Nomolt + Imidacloprid	350 cc y 300 g	366	Bomba de mochila		426
Fertilización nitrogenada 2	1	120	Urea	4.1 qq	2460	Manual		2580
Control de plagas 2	1	120	Nomolt + Imidacloprid	350 cc y 300 g	366	Bomba de mochila		486
Control de plagas 3	1	120	Nomolt + Imidacloprid	350 cc y 300 g	366	Bomba de mochila		486
Cosecha						Cosechadora	1740	1740
							<b>Total C\$</b>	<b>19424</b>

**Anexo 4.** Itinerario Técnico del Híbrido de maíz HS-5G con la fertilización de 123 kg de N

AREA: 1 ha		Maíz		Ciclo: anual		HS-5G -123 kg DE N		RDTO	96.98
Actividad	MOC d/H	Costo MOC	Insumo	Dosis	Costo Insumo	Herrm.Usada	Alquiler	Costo Total	
Preparación del terreno						Arado y Grada	1600	1600	
Eliminación de arvenses			PROWL	1.4	572	Fumigadora	300	872	
Siembra y fertilizacion			DK-357 - HS-5G Y Fórmula de completo	10 kg/variedad y 4.29 qq	5474	Sembradora	900	6374	
Fertilización nitrogenada 1	1	120	Sulfurea	3.1 qq	1860	Manual		1980	
Fertilización foliar	1	120	ZINC + Microelementos	3l c/u	1800	Bomba de mochila		1920	
Control de plagas 1	0.5	60	Nomolt + Imidacloprid	350 cc y 300 g	366	Bomba de mochila		426	
Fertilización nitrogenada 2	1	120	Urea	2.7 qq	1620	Manual		1740	
Control de plagas 2	1	120	Nomolt + Imidacloprid	350 cc y 300 g	366	Bomba de mochila		486	
Control de plagas 3	1	120	Nomolt + Imidacloprid	350 cc y 300 g	366	Bomba de mochila		486	
Cosecha						Cosechadora	1740	1740	
							<b>Total C\$</b>	<b>17624</b>	

**Anexo 5.** Itinerario Técnico del Híbrido de maíz HS-5G con la fertilización de 151 kg de N

AREA: 1 ha		Maíz	Ciclo: anual	HS-5G -151 kg DE N			RDTO	109.11
Actividad	MOC d/H	Costo MOC	Insumo	Dosis	Costo Insumo	Herrm.Usada	Alquiler	Costo Total
Preparación del terreno						Arado y Grada	1600	1600
Eliminación de arvenses			PROWL	1.4	572	Fumigadora	300	872
Siembra y fertilización			DK-357 - HS-5G Y Fórmula de completo	10 kg/variedad y 4.29 qq	5474	Sembradora	900	6374
Fertilización nitrogenada 1	1	120	Sulfurea	3.8 qq	2280	Manual		2400
Fertilización foliar	1	120	ZINC + Microelementos	3l c/u	1800	Bomba de mochila		1920
Control de plagas 1	0.5	60	Nomolt + Imidacloprid	350 cc y 300 g	366	Bomba de mochila		426
Fertilización nitrogenada 2	1	120	Urea	3.3 qq	1980	Manual		2100
Control de plagas 2	1	120	Nomolt + Imidacloprid	350 cc y 300 g	366	Bomba de mochila		486
Control de plagas 3	1	120	Nomolt + Imidacloprid	350 cc y 300 g	366	Bomba de mochila		486
Cosecha						Cosechadora	1740	1740
							<b>Total C\$</b>	<b>18404</b>

**Anexo 6.** Itinerario Técnico del Híbrido de maíz HS-5G con la fertilización de 183 kg de N

AREA: 1 ha	Maíz	Ciclo: anual		HS-5G -183 kg DE N			RDTO	104.66
Actividad	MOC d/H	Costo MOC	Insumo	Dosis	Costo Insumo	Herrm.Usada	Alquiler	Costo Total
Preparación del terreno						Arado y Grada	1600	1600
Eliminación de arvenses			PROWL	1.4	572	Fumigadora	300	872
Siembra y fertilización			DK-357 - HS-5G Y Fórmula de completo	10 kg/variedad y 4.29 qq	5474	Sembradora	900	6374
Fertilización nitrogenada 1	1	120	Sulfurea	4.7qq	2820	Manual		2940
Fertilización foliar	1	120	ZINC + Microelementos	3l c/u	1800	Bomba de mochila		1920
Control de plagas 1	0.5	60	Nomolt + Imidacloprid	350 cc y 300 g	366	Bomba de mochila		426
Fertilización nitrogenada 2	1	120	Urea	4.1 qq	2460	Manual		2580
Control de plagas 2	1	120	Nomolt + Imidacloprid	350 cc y 300 g	366	Bomba de mochila		486
Control de plagas 3	1	120	Nomolt + Imidacloprid	350 cc y 300 g	366	Bomba de mochila		486
Cosecha						Cosechadora	1740	1740
							<b>Total C\$</b>	<b>19424</b>

Anexo 7. Distribución de los tratamientos en campo

