



**UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

# **TESIS DE GRADO**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO**  
**DE INGENIERO AGRÓNOMO**

## **TEMA**

*ÉPOCAS Y FORMAS DE APLICACIÓN DE NITRÓGENO EN EL  
CULTIVO DE MAÍZ (Zea mays L.) BAJO EL SISTEMA DE  
SIEMBRA DIRECTA Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE  
GRANOS EN LA ZONA DE BUENA FE - PROVINCIA DE LOS  
RÍOS.*

## **AUTOR**

**JOSÉ ABEL PIEDRAHITA DESIDERIO**

## **DIRECTOR**

**ING. MSc. SIMON AMPUÑO MUÑOZ**

**QUEVEDO-LOS RIOS-ECUADOR**

**2012**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS DE GRADO PRESENTADA AL HONORABLE CONSEJO  
DIRECTIVO COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

*ÉPOCAS Y FORMAS DE APLICACIÓN DE NITRÓGENO EN EL  
CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) BAJO EL SISTEMA DE  
SIEMBRA DIRECTA Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE  
GRANOS EN LA ZONA DE BUENA FE - PROVINCIA DE LOS  
RÍOS.*

**APROBADA:**

---

Ing. MSc. Alfonso Vasco Medina  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Ramiro Gaibor Fernández  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Econ. Flavio Ramos Martínez  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR  
**2012**

# CERTIFICACIÓN

**Ing. MSc. SIMON AMPUÑO MUÑOZ**, catedrático de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, **CERTIFICA:**

Que el señor Egresado, **JOSÉ ABEL PIEDRAHITA DESIDERIO**, bajo mi dirección, realizó la tesis de Grado titulada: **“ÉPOCAS Y FORMAS DE APLICACIÓN DE NITRÓGENO EN EL CULTIVO DE MAÍZ (Zea mays L.) BAJO EL SISTEMA DE SIEMBRA DIRECTA Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE GRANOS EN LA ZONA DE BUENA FE - PROVINCIA DE LOS RÍOS”** habiendo cumplido con las disposiciones legales pertinentes.

---

Ing. MSc. Simón Ampuño  
**DIRECTOR DE TESIS**

## DEDICATORIA

*Al concluir mis estudios superiores dedico la presente tesis con mucho amor a mi padre Abel Piedrahita Morante ejemplo de rectitud, superación y honradez; al amor y comprensión de mi madre Loren Desiderio Carriel, al apoyo incondicional de mis hermanos en especial a mi hermana Selma porque tuviste los mismos sueños que Yo, y a mi hermana Avisena quien me motivo con sus palabras de aliento cuando más lo necesité para que yo pudiera lograr mi formación como profesional.*

**José Abel**

# AGRADECIMIENTO

*Primordialmente agradezco a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo muy en especial a la Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela de Ingeniería Agronómica por haberme admitido en sus aulas y formado como persona profesional.*

*Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a las siguientes personas que me brindaron su apoyo incondicional y sabiduría en varios campos del conocimiento para el desarrollo del presente trabajo de investigación.*

*Ing. MSc. Simón Ampuño, Director de Tesis*

*Ing. MSc. Alfonso Vasco, Presidente del Tribunal de Tesis*

*Eco. Flavio Ramos, Miembro del Tribunal de Tesis*

*Ing. Ramiro Gaibor, Miembro del Tribunal de Tesis*

*Ing. MSc. Ignacio Sotomayor, Profesor de Redacción Técnica*

*También doy las gracias al Ing. Xavier Coello, Gabriela Sabando, Ana María Santa Cruz y Jefferson Farr, que de alguna u otra forma brindaron su valiosa colaboración en la realización de este trabajo investigativo, y a mis compañeros: Edwin Flores, José Macay, Gabriel Corozo, Miguel Murillo, Fanny Zambrano, Fabián Sánchez, Abel Baños, Robinson Guamán, David Quiroz y Williams Chenche por el apoyo brindado y haber compartido momentos agradables durante mi carrera, se les agradece de corazón.*

*La responsabilidad de la  
investigación, resultados,  
conclusiones y recomendaciones  
de la presente tesis  
corresponde únicamente al  
autor.*

*José Abel Piedrahita Desiderio*

## CONTENIDO

<b>Capítulo</b>	<b>Páginas</b>
Portada	i
Aprobación	ii
Certificación	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Autoría	vi
Contenido	vii
Índice de Cuadros	ix
Índice de Apéndice	xii
Índice de Figuras	xiii
Índice de Fotos	xv
<b>I. INTRODUCCION</b>	
A. Justificación	2
B. Objetivos	3
1. General	3
2. Específicos	3
C. Hipótesis	3
<b>II. REVISION DE LITERATURA</b>	4
A. Importancia del Nitrógeno en el cultivo de Maíz.	4
B. Fuentes Épocas y Formas de Aplicación del Nitrógeno.	5
C. Incorporación del Nitrógeno en Siembra directa.	10
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b>	13
A. Localización	13
B. Características Agroclimáticas	13
C. Material genético	13
D. Tratamientos	13
E. Diseño Experimental	14

1. Esquema del análisis de Variancia	14
F. Manejo del Experimento	14
G. Variables	16
1. Variables a Registrar y Forma de Evaluación	16
a. Días a la floración masculina y femenina	
b. Altura de planta	17
c. Altura de inserción de la mazorca	17
d. Acame de raíz y tallo	17
e. Diámetro de mazorca	17
f. Longitud de mazorcas	18
g. Hileras de granos	18
h. Número de granos por mazorca	18
i. Peso de mil granos	18
j. Relación grano-tusa	18
k. Rendimiento de grano	19
l. Análisis económico de los tratamientos	19
<b>IV. RESULTADOS</b>	20
<b>V. DISCUSIÓN</b>	33
<b>VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	36
<b>VII. RESUMEN</b>	38
<b>VIII. SUMMARY</b>	39
<b>VX. LITERATURA CITADA</b>	40
<b>APENDICE</b>	43

**INDICE DE CUADROS**

<b>CUADROS</b>		<b>Páginas</b>
<b>1</b>	Promedios de Días a la Floración, registrados en Épocas y formas de aplicación de Nitrógeno en el cultivo de Maíz ( <i>Zea mays</i> L.) bajo el sistema de siembra directa y su efecto en la producción de granos en la Zona de Buena Fe - Provincia de los Ríos.	<b>20</b>
		<b>21</b>
<b>2</b>	Promedios de Altura de Planta, registrados en Épocas y formas de aplicación de Nitrógeno en el cultivo de Maíz ( <i>Zea mays</i> L.) bajo el sistema de siembra directa y su efecto en la producción de granos en la Zona de Buena Fe - Provincia de los Ríos.	
<b>3</b>	Promedios de Altura de Inserción de Mazorca, registrados en Épocas y formas de aplicación de Nitrógeno en el cultivo de Maíz ( <i>Zea mays</i> L.) bajo el sistema de siembra directa y su efecto en la producción de granos en la Zona de Buena Fe - Provincia de los Ríos.	<b>22</b>
<b>4</b>	Promedios de Acame de Raíz y Tallo, registrados en Épocas y formas de aplicación de Nitrógeno en el cultivo de Maíz ( <i>Zea mays</i> L.) bajo el sistema de siembra directa y su efecto en la producción de granos en la Zona de Buena Fe - Provincia de los Ríos.	<b>23</b>

- 5 Promedios de Diámetro de Mazorca, registrados en Épocas y formas de aplicación de Nitrógeno en el cultivo de Maíz (*Zea mays* L.) bajo el sistema de siembra directa y su efecto en la producción de granos en la Zona de Buena Fe - Provincia de los Ríos. **24**
- 6 Promedios de Longitud de Mazorca, registrados en Épocas y formas de aplicación de Nitrógeno en el cultivo de Maíz (*Zea mays* L.) bajo el sistema de siembra directa y su efecto en la producción de granos en la Zona de Buena Fe - Provincia de los Ríos. **25**
- 7 Promedios de Hileras por Mazorca, registrados en Épocas y formas de aplicación de Nitrógeno en el cultivo de Maíz (*Zea mays* L.) bajo el sistema de siembra directa y su efecto en la producción de granos en la Zona de Buena Fe - Provincia de los Ríos. **26**
- 8 Promedios de Numero de Granos por Mazorca, registrados en Épocas y formas de aplicación de Nitrógeno en el cultivo de Maíz (*Zea mays* L.) bajo el sistema de siembra directa y su efecto en la producción de granos en la Zona de Buena Fe - Provincia de los Ríos. **27**

- 9** Promedios de Peso de Mil Semillas, registrados en Épocas y formas de aplicación de Nitrógeno en el cultivo de Maíz (*Zea mays* L.) bajo el sistema de siembra directa y su efecto en la producción de granos en la Zona de Buena Fe - Provincia de los Ríos. **28**
- 10** Promedios Porcentuales de la Relación Grano - Tuza, registrados en Épocas y formas de aplicación de Nitrógeno en el cultivo de Maíz (*Zea mays* L.) bajo el sistema de siembra directa y su efecto en la producción de granos en la Zona de Buena Fe - Provincia de los Ríos. **29**
- 11** Promedios de Rendimientos de Granos, registrados en Épocas y formas de aplicación de Nitrógeno en el cultivo de Maíz (*Zea mays* L.) bajo el sistema de siembra directa y su efecto en la producción de granos en la Zona de Buena Fe - Provincia de los Ríos. **30**
- 12** Promedios de Análisis económico registrados en Épocas y formas de aplicación de Nitrógeno en el cultivo de Maíz (*Zea mays* L.) bajo el sistema de siembra directa y su efecto en la producción de granos en la Zona de Buena Fe - Provincia de los Ríos. **31**

**INDICE DE CUADROS DEL APENDICE**

<b>CUADROS</b>		<b>PÁGINAS</b>
<b>1</b>	Cuadrado Medio de Días a la Floración, Altura de planta, Inserción de mazorca, Acame de Raíz y Tallo, Diámetro de Mazorca, en análisis de Épocas y formas de aplicación de Nitrógeno en el cultivo de Maíz ( <i>Zea Mays</i> L.) bajo el sistema de siembra directa y se efecto en la producción de granos en la Zona de Buena Fe - Provincia de los Ríos.	<b>44</b>
<b>2</b>	Cuadrado Medio de Longitud de Mazorca, Hileras de Granos por Mazorca, Peso de Mil Granos, Relación Grano-Tuza y Rendimiento de Granos, en análisis de Épocas y formas de aplicación de Nitrógeno en el cultivo de Maíz ( <i>Zea Mays</i> L.) bajo el sistema de siembra directa y se efecto en la producción de granos en la Zona de Buena Fe - Provincia de los Ríos.	<b>45</b>

**INDICE DE FIGURAS DEL APENDICE**

<b>FIGURAS</b>	<b>PÁGINAS</b>
<p><b>1</b></p>	<p>Promedios de Días a la Floración, registrados en Épocas y formas de aplicación de Nitrógeno en el cultivo de Maíz (<i>Zea mays</i> L.) bajo el sistema de siembra directa y su efecto en la producción de granos en la Zona de Buena Fe - Provincia de los Ríos.</p> <p style="text-align: right;"><b>46</b></p>
<p><b>2</b></p>	<p>Promedios de Altura de Planta e Inserción de Mazorca, registrados en Épocas y formas de aplicación de Nitrógeno en el cultivo de Maíz (<i>Zea mays</i> L.) bajo el sistema de siembra directa y su efecto en la producción de granos en la Zona de Buena Fe - Provincia de los Ríos.</p> <p style="text-align: right;"><b>47</b></p>
<p><b>3</b></p>	<p>Promedios de Raíz y Tallo, registrados en Épocas y formas de aplicación de Nitrógeno en el cultivo de Maíz (<i>Zea mays</i> L.) bajo el sistema de siembra directa y su efecto en la producción de granos en la Zona de Buena Fe - Provincia de los Ríos.</p> <p style="text-align: right;"><b>48</b></p>
<p><b>4</b></p>	<p>Promedios de Diámetro y Longitud de Mazorca, registrados en Épocas y formas de aplicación de Nitrógeno en el cultivo de Maíz (<i>Zea mays</i> L.) bajo el sistema de siembra directa y su efecto en la producción de granos en la Zona de Buena Fe - Provincia de los Ríos.</p> <p style="text-align: right;"><b>49</b></p>

- 5** Promedios de Hileras por Mazorca, registrados en Épocas y formas de aplicación de Nitrógeno en el cultivo de Maíz (*Zea mays* L.) bajo el sistema de siembra directa y su efecto en la producción de granos en la Zona de Buena Fe - Provincia de los Ríos. **50**
- 6** Promedios de Granos por Mazorca, registrados en Épocas y formas de aplicación de Nitrógeno en el cultivo de Maíz (*Zea mays* L.) bajo el sistema de siembra directa y su efecto en la producción de granos en la Zona de Buena Fe - Provincia de los Ríos. **51**
- 7** Promedios de Relación Grano/Tuza, registrados en Épocas y formas de aplicación de Nitrógeno en el cultivo de Maíz (*Zea mays* L.) bajo el sistema de siembra directa y su efecto en la producción de granos en la Zona de Buena Fe - Provincia de los Ríos. **52**
- 8** Promedios de Rendimiento y Peso de Mil granos, registrados en Épocas y formas de aplicación de Nitrógeno en el cultivo de Maíz (*Zea mays* L.) bajo el sistema de siembra directa y su efecto en la producción de granos en la Zona de Buena Fe - Provincia de los Ríos. **53**

## ÍNDICE DE FOTOS DEL APÉNDICE

<b>No.</b>	<b>PAGINAS</b>
1. Material Genético	<b>54</b>
2. Control fitosanitario	<b>54</b>
3. Vista de parcela experimental previo a la aplicación de la segunda fracción de urea	<b>54</b>
4. Aplicación de la segunda fracción de urea en bandas (20 días)	<b>54</b>
5. Control de malezas	<b>54</b>
6. Vista de parcelas experimentales previo a la aplicación de la tercera fracción de urea	<b>54</b>
7. Aplicación de la tercera fracción de urea en bandas (35 días)	<b>55</b>
8. Limpieza de calles de parcelas experimentales	<b>55</b>
9. Midiendo la altura de planta	<b>55</b>
10. Midiendo la altura de inserción de la mazorca	<b>56</b>
11. Tomando resultados de parcelas experimentales	<b>56</b>
12. Midiendo el diámetro de mazorca	<b>56</b>
13. Midiendo la longitud de mazorcas	<b>56</b>
14. Peso de granos de la mazorca	<b>56</b>
15. Peso de la tusa	<b>56</b>
16. Mazorcas tomadas al azar de cada parcela experimental	<b>57</b>
17. Cosecha de parcelas experimentales	<b>57</b>

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L.*) es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía nacional, por su elevada incidencia social. Casi las tres cuartas partes de la producción total provienen de unidades familiares campesinas, la mayoría de ellas de economías de subsistencia. Constituye la principal materia prima para la elaboración de alimentos concentrados (balanceados), destinados a la industria animal, muy en particular, a la avicultura comercial, que es una de las actividades más dinámicas del sector agropecuario.

En efecto, la producción de maíz duro está destinada en su mayoría (70%) a la industria de alimentos de uso animal; el segundo destino lo representan las exportaciones (22%) y la diferencia la comparten el consumo humano y la producción de semillas.

Según **MAGAP (2008)**, la provincia que concentra la mayor parte del área sembrada de maíz en el Ecuador corresponde a Los Ríos con el 42% de la participación total. Le siguen en importancia Manabí y Guayas con 24% y 21%, respectivamente. En un nivel más bajo se encuentra Loja con el 6% del área total sembrada y el restante 7% se reparte entre otras zonas del país.

En el diagnóstico de las necesidades de fertilización de los cultivos, es importante conocer el requerimiento de nutrientes, que es diferente y guarda relación con la disponibilidad del suelo, por lo que se debe tener en cuenta que estos requerimientos son solamente orientativos, ya que la bibliografía indica valores variables según la fuente consultada.

La formación de semilla en el cultivo de maíz está estrechamente relacionada con la translocación de azúcares y de nitrógeno en órganos vegetativos y los granos. La fertilización nitrogenada influye directamente en el nivel de producción y la calidad del producto, como consecuencia del aumento del contenido de proteínas en los granos, que son constituyentes importantes en el desarrollo del embrión en las semillas.

El nitrógeno es uno de los nutrientes esenciales que más limitan el rendimiento del maíz. Este macronutriente participa en la síntesis de proteínas y por ello es vital para toda la actividad metabólica de la planta. Su deficiencia provoca reducciones severas en el crecimiento, básicamente por una menor tasa de crecimiento y expansión foliar que reducen la captación de la radiación fotosintéticamente activa. Las deficiencias de nitrógeno se evidencian por clorosis (amarillamiento) de las hojas más viejas.

La aplicación del nitrógeno especialmente la Urea, en el cultivo de maíz, es una práctica que se realiza por muchos años, Esta práctica al realizarla al voleo es inadecuada ya que el nitrógeno sufre pérdidas por volatilización a partir de fuentes ureicas, las cuales están relacionadas con la forma de aplicación del fertilizante.

#### **A. Justificación**

Las técnicas actualmente utilizadas para la aplicación del fertilizante, no han cambiado y se buscan nuevas alternativas como la aplicación de Nitrógeno en siembra directa, pero de manera empírica, ya que no se ha realizado ninguna investigación en este tema, ocasionando muchos problemas en cuanto a la germinación y sobre todo en el rendimiento de granos.

La determinación de la dosis de nitrógeno incorporado en siembra directa, es de suma importancia para realizar programas de fertilización adecuados y minimizar las pérdidas de este elemento por volatilización para obtener los máximos rendimientos en el cultivo.

## **B. Objetivos**

### **1. General**

- ✓ Establecer la mejor época y forma de aplicación de nitrógeno en siembra directa para mejorar la producción de granos en el cultivo de maíz.

### **2. Específicos:**

- ✓ Determinar la respuesta del cultivo de maíz en siembra directa a la aplicación del nitrógeno.
- ✓ Determinar la mejor época de aplicación del nitrógeno para aumentar la producción de granos en el cultivo de maíz.
- ✓ Analizar económicamente los tratamientos en función del nivel de producción y costos.

## **C. Hipótesis**

La incorporación del nitrógeno en siembra directa en el cultivo de maíz, aumenta el rendimiento de granos.

## II. REVISION DE LITERATURA.

### A. Importancia del Nitrógeno en el cultivo de Maíz.

El nitrógeno (N) es el nutriente requerido en mayor cantidad por el cultivo de maíz, principalmente controlando la producción de biomasa, y es el que más limita el rendimiento en siembra directa. Se pueden obtener aumentos significativos de rendimiento con dosis adecuadas de fertilizante nitrogenado, cuando otros factores limitantes de rendimiento son controlados. El N es siempre el nutriente con mayores dificultades para realizar recomendaciones precisas y esto es principalmente debido a su dinámica, y a su movilidad en el suelo y en la planta. El desarrollo de herramientas de diagnóstico para fertilización nitrogenada ha sido un desafío para los especialistas en fertilidad de suelos (MAIZAR, 2006).

En la década del 70 se realizaron numerosos ensayos de fertilización de maíz con urea. En éstos se observó una gran dispersión en la respuesta al fertilizante con una eficiencia agronómica promedio de 12 kg de grano por kg de N aplicado, llegando a máximos de 30 kg/ha (Quintero y Boschetti, 2000).

En estudios de evaluación de eficiencia de N en el trigo se demostró la importancia de la forma de colocación del nitrógeno debajo de la capa superficial del suelo para disminuir la inmovilización e incrementar la disponibilidad para el cultivo. Algunos investigadores evaluaron el efecto del espaciamiento de las bandas del fertilizante nitrogenado y encontraron que, debido a la movilidad del N en el suelo, un mayor espaciamiento favorecía el uso del elemento por las plantas, todo lo contrario a lo observado para otros elementos evaluados como es el caso del fósforo (Delgado, Ramírez, Urquiaga, 2000).

Crawford, Rending y Broadbent (1982) manifiestan que la formación de granos de mazorca de maíz está estrechamente relacionado con la translocación de azúcares. Además sostiene que la formación del grano depende en gran parte

del nitrógeno presente en los órganos vegetativos, principalmente las hojas; así mismo, es evidente la relación entre áreas foliar verde y la producción de granos; esto ocurre básicamente por la mayor capacidad de las hojas bien nutridas de nitrógeno, que tienden a una mejor asimilación de CO<sub>2</sub> y producir mayor biomasa.

La nutrición es la práctica agronómica a la cual responde más el cultivo del maíz. Sin embargo, la experiencia de trabajo de campo en los últimos años ha permitido determinar que las recomendaciones de fertilización normalmente utilizadas no logran satisfacer adecuadamente las necesidades nutritivas del cultivo para lograr rendimientos altos y competitivos. En muchos lugares, la adición de nutrientes para satisfacer las necesidades del cultivo se ha manejado únicamente con el criterio de incrementar las dosis para lograr los rendimientos deseados. Al no conseguirse aumento en rendimiento, el simple aumento de las dosis puede ocasionar reducciones dramáticas en la Eficiencia Agronómica (EA) de los nutrientes utilizados. Una de las prioridades ambientales de la agricultura es incrementar la eficiencia de uso de los nutrientes, en particular la del nitrógeno (N). Esto únicamente se logra incrementando la EA, es decir, la cantidad de grano obtenida por unidad de nutriente utilizado (kg grano kg<sup>-1</sup> de nutriente aplicado), García J, et al., (2008).

## **B. Fuentes Épocas y Formas de Aplicación del Nitrógeno**

La eficiencia de uso del N de los fertilizantes nitrogenados disponibles depende del método de aplicación. Cuando el N es incorporado, todos los fertilizantes nitrogenados presentan eficiencias de uso similares. Aplicaciones superficiales de urea o fertilizantes que la contengan pueden resultar en reducciones significativas en la eficiencia de uso del N aplicado por la ocurrencia de pérdidas por volatilización de amoníaco. Estas pérdidas por aplicaciones a la siembra y/o al llenado de mazorca, se ven limitadas por las bajas temperaturas

y, según las zonas, en muchos casos por la falta de humedad en el suelo o sobre el rastrojo (García, 1999).

Keller, Mengel, Ramirez (1986) citado por Marcano, (1996) También, la fertilización es otro factor de producción del cultivo y, dentro de ésta, el nitrógeno es fundamental por los requerimientos del maíz y su comportamiento en el suelo. Para el cultivo de maíz se han recomendado y utilizado diferentes dosis y fuentes nitrogenadas, las más utilizadas en el país son la urea y el sulfato de amonio, las cuales actúan en formas diferentes en el suelo, dependiendo de su forma de aplicación, pH, textura, materia orgánica, humedad, capacidad de intercambio catiónico (CIC) y la dosis aplicada.

Amores et al. (1995). El fertilizante nitrogenado más común es la urea. Este fertilizante tiene apariencia granulada, es muy soluble en agua y de gran movilidad en suelo húmedo. La concentración de N en la urea es de 46%, es decir que cada saco de 50 kg representa aproximadamente 23 kg de N que estaría disponible para el cultivo.

El sulfato de amonio es otra fuente de N que se utiliza en menor escala. Es tan soluble y móvil como la urea, con la particularidad de que además de N tiene S. Por esta razón se recomienda aplicaciones combinadas de urea con sulfato de amonio en suelos con bajo contenido de materia orgánica y en suelos erosionados, en ambos casos generalmente bajos en N y S al mismo tiempo. El sulfato de amonio tiene una concentración de 21% de N y 24% de S, lo que equivale a 10 kg de N y 12 kg de S por cada saco de fertilizante (Amores et al, 1995).

En términos generales, se estima que entre el 50 y el 80 % de N aplicado es aprovechado por el cultivo, lo que implica que entre 20 y 50 % del N se puede perder del sistema, con un consecuente perjuicio económico y ambiental. Las pérdidas de N se producen por diferentes vías de distinta magnitud e importancia (Quintero, Boschetti, 2000).

Holding citado por Delgado, Ramírez, Urquiaga, (2000), destaca la importancia de la forma de colocación de los fertilizantes como una forma de incrementar la eficiencia de uso del N. debido a la notable interacción entre la movilidad de las formas aniónicas, el movimiento del agua en el suelo y de las propiedades físicas del suelo.

Amores (1995) manifiesta que durante la época de lluvia, las pérdidas de N por lavado o infiltración (lixiviación) pueden ser importantes, particularmente en zonas con alta precipitación y suelos de textura ligera. Estas pérdidas se reducen aplicando el fertilizante en forma fraccionada, la mitad de la dosis a la siembra (si es mecanizada) ó a las 2 semanas (si la siembra es manual). La otra mitad se aplica 4 ó 5 semanas después de la siembra. Esta ultima aplicación coincide con el inicio de un periodo de alta demanda nutritiva por el cultivo (si no hay suficiente N en esta etapa el rendimiento se ve seriamente afectado). La aplicación fraccionada, a más de reducir las pérdidas de N por lavado, aumenta la eficiencia, es decir que se obtiene más maíz por cada kg de N aplicado. No se recomiendan las aplicaciones tardías porque a medida que se acerca la floración el cultivo disminuye la tasa de absorción de N. Se ha determinado que a la floración la planta ya ha absorbido más del 60% de su requerimiento de N.

En zonas como la de Quevedo y Buena Fe, con suelos francos o franco-limosos (de preferencia lo más profundos y planos), se puede completar otro ciclo de maíz en la época seca, siempre y cuando al final del invierno se haya almacenado suficiente agua en el suelo. Obviamente, los rendimientos son menores, alrededor de un 30% más bajos que en el ciclo de época lluviosa (invierno). Aún así, la respuesta al N es un componente importante del rendimiento total. Sin fertilización nitrogenada no se logra ni la mitad del rendimiento que se obtendría en el invierno, a menos que se trate de terrenos recientemente desbrozados (Amores et al, 1995).

Otros investigadores indican que las aplicaciones del N en banda resultan mejores que las aplicaciones al voleo o incorporadas en el suelo, aunque este

comportamiento es menos evidente en la medida en que hay un mayor desarrollo radical del cultivo (FAO, citado por Delgado, Ramírez, Urquiaga, 2000).

Se puede aplicar el N en la modalidad de bandas incorporadas en el suelo a un costado de la hilera de la siembra. Para el efecto se utiliza la máquina sembradora-abonadora debidamente calibrada para dejar caer la dosis correcta del fertilizante. La aplicación de N, durante las primeras semanas de vida del cultivo, se realiza distribuyendo el fertilizante en bandas superficiales a lo largo de las hileras de maíz o también al voleo sobre el cultivo. Sin embargo, esta última modalidad requiere de mayor atención y supervisión para conseguir una buena distribución del fertilizante y evitar quemaduras al cultivo por una posible acumulación sobre las hojas. La elección de una u otra alternativa depende de la conveniencia y experiencia del productor, pues cuando son bien implementadas no hay diferencia agronómica entre ellas (Amores et al, 1995).

Los resultados presentados en la última década indican que la respuesta del cultivo de maíz puede ser explicada en un 50 % por el N aplicado como urea, sin encontrarse diferencias entre siembra directa o convencional. La disponibilidad de nuevos materiales genéticos, junto con prácticas de manejo y control de malezas y plagas más ajustadas, ha permitido que el promedio de eficiencia agronómica de la última década aumente a 20 kg de maíz/kg N, con máximos de 40. Si se considera que el maíz requiere de 20 a 25 kg de N para producir una tonelada de grano, se puede estimar que la eficiencia promedio de utilización del N del fertilizante, está en el orden del 40 al 50 %, pudiendo llegar a un máximo de 90 % (Quintero, Boschetti, 2000).

Según estudios realizados la fertilización con nitrógeno incrementa el rendimiento, la altura de inserción de mazorca con cualquier alternativa de labranza (INIAP, 1981).

El maíz necesita una buena cantidad de nitrógeno para alcanzar su máximo rendimiento. El periodo de la demanda máxima de este nutriente se presenta desde 10 días antes de la floración hasta 25 días después de ella. El nitrógeno

es uno de los nutrientes que presenta los efectos más espectaculares en el aumento de la producción de granos en el cultivo de maíz (Neptune et al, 1982).

Poey (1984) manifiesta que el nitrógeno es requerido en mayor cantidad que el fósforo y el potasio. Su escasez ocasiona una reducción de la capacidad metabólica de las hojas y afecta el rendimiento final, reduciendo entre otras cosas, el número potencial y peso de los granos. Las plantas de maíz utilizan el nitrógeno primeramente para su propio desarrollo vegetativo y formación de mazorcas y granos.

Este valor depende de la eficiencia fisiológica del híbrido a cultivar, de la proporción del N disponible que es absorbido por la planta y de las pérdidas que ocurran durante el ciclo de producción. Por lo tanto, la eficiencia agronómica varía entre un máximo igual a la eficiencia fisiológica y cero, a la medida que la absorción de N es limitada por otro factor como la disponibilidad de agua y se incrementan las pérdidas. En términos generales. Las pérdidas de N se producen por diferentes vías de distintas magnitud e importancia:

- Volatilización de amoníaco
- Desnitrificación
- Lixiviación
- Escurrimiento superficial

La eficiencia del uso del nitrógeno en maíz en la última década puede ser explicada en un 50% por el N aplicado como urea, sin encontrarse diferencias entre siembra directa o convencional. La disponibilidad de nuevos materiales genéticos, junto con prácticas de manejo y control de malezas y plagas, ha permitido que el promedio de eficiencia agronómica de la última década aumente a 20 kg de maíz/kg N, con máximos de 40. Si se considera que el maíz requiere de 20 a 25 kg de N para producir una tonelada de granos, se puede estimar que la eficiencia promedio de la utilización del N del fertilizante, está en el orden del 40 al 50%, pudiendo llegar a un máximo del 90% (Quintero, 2009).

La siembra de cultivos de ciclo corto, bajo la modalidad convencional, está reduciendo la productividad de los suelos, debido a que está produciendo costras superficiales, pérdida del suelo por erosión y demás problemas que afectan al crecimiento de los cultivos. Esto sumado a que una considerable extensión de suelo agrícola de la Zona Central del Litoral ecuatoriano se ha desarrollado a partir de cenizas volcánicas de reciente deposición, que han originado que estos suelos, contengan altas cantidades de material amorfo muy poroso, densidad aparente baja, textura gruesa al tacto y baja cohesión entre los agregados. Características que hace que dichos suelos sean frágiles y muy susceptibles a erosionarse. El sistema de siembra directa aparece como una alternativa que permite reducir los problemas antes expuestos. (INIAP, 2000).

### **C. Incorporación del Nitrógeno en Siembra Directa**

Se ha mencionado que lo indicado es aplicar el fertilizante con la sembradora, al costado de la semilla, lo que permite la incorporación de altas dosis de nitrógeno (hasta 200 kg de urea por ha). Las fertilizaciones al voleo no son precisamente recomendables, pues requieren de una labor adicional y solo son eficientes si no hay demasiado rastrojo en la superficie y llueve enseguida de su aplicación (INTA, 2006).

Cuando se incorpora el fertilizante al momento de la siembra es fundamental un buen control de malezas durante las primeras semanas del cultivo. De otro modo, se produce un desarrollo exuberante de las malas hierbas que ejercen una fuerte competencia por N y agua, lo cual es particularmente crítico para cultivos en la época seca (Amores et al, 1995).

Experiencias realizadas en el INTA (2006) durante los ciclos (2000/2001) y (2001/2002) en el cultivo de maíz implantado en Siembra Directa, no mostraron diferencias significativas de rendimiento entre fuentes de N utilizados (Urea) ni entre formas de aplicación utilizada (en superficie sin incorporar e incorporado)

aún cuando pasaron 8 días (ciclo 2000/2001) y 11 días (2001/2002) entre la aplicación y una lluvia que pudo haber incorporado el fertilizante aplicado en superficie (Gudeli, et al 2003).

Debido a las mayores probabilidades de pérdida de nitrógeno en cero laboreos en aplicaciones en cobertura sobre la superficie del suelo, sería conveniente la aplicación de fertilizante N localizado incorporado por debajo de la capa de residuos (Griffith et al., 1977). Esta localización disminuiría las pérdidas de eficiencia por inmovilización en los residuos, volatilización de amonio y lixiviación por flujo preferencial, mejorando además la disponibilidad posicional del fertilizante, al aplicarse cerca de las raíces del cultivo (Griffith et al., 1977 y Phillips et al 1990, citados por Bordoli, 1999).

La eficiencia con la que los cultivos utilizan el fertilizante aplicado es de suma importancia económica, dado que está relacionada directamente con el beneficio de la fertilización. La eficiencia puede ser expresada como las unidades de producto generada por unidad de nutriente aplicado, o como la proporción del nutriente adicionado que absorbe el cultivo (Quintero y Boschetti, 2000).

Cuando se aplica nitrógeno al voleo o en superficie aumenta la rapidez de aplicación, pero también las posibilidades de pérdidas de N por volatilización si es que proviene de urea o fertilizantes que lo contengan. La magnitud de las pérdidas estaría asociada entre otros factores a temperaturas superiores a 10°C con un máximo en 25°C, presencia de humedad y de la enzima ureasa que se encuentra en el suelo y los rastrojos (Gudeli, et al 2003).

Un eficiente manejo de los rastrojos en cero labranza permite reintegrar al suelo aproximadamente un 50 % del peso total de la sementera y lo que es más importante aún el alto volumen que esto representa cubrirá uniformemente toda la superficie. Esto significa que los mismos cultivos restituyen al suelo gran parte de los nutrientes extraídos (provenientes del suelo y los fertilizantes), especialmente P y K, además de proteger al suelo contra la

erosión, como también contribuir a la economía de agua del perfil. En cero labranza este planteamiento es verdaderamente interesante y crucial en el manejo de los rastrojos sobre el suelo y su positiva acción en la microbiología y fertilidad de este. Así mismo, la implementación de sistemas de labranza mínima (LM), es una alternativa tecnológica que controla la erosión y contribuye a la realización de una agricultura sostenible donde las condiciones así lo permitan. Sembrar en un suelo sin más labranza previa que un corte del cultivo presente, capaz que permita enterrar suficientemente la semilla y el fertilizante, puede mencionarse hasta el momento, como el menor perturbador del suelo (Crowwetto, 1992, citado por Valverde 2000).

Según Violic (1989), el método más económico de aplicar fertilizantes bajo el sistema de labranza cero o siembra directa es la aplicación superficial sin incorporarlos al suelo, pero también manifiestan que es el menos eficiente. Por tanto, llegan a la conclusión de que incorporarlos al suelo sería lo óptimo para ser aprovechados por los cultivos.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### A. Localización

La presente investigación se realizó en la época lluviosa del año 2011 en la Hacienda “Selma Sayra”, ubicada en el Km 27 de la vía Quevedo – Santo Domingo, a 79°27’32’’ de Latitud Oeste y 01°06’26’’ de Latitud Sur y una altitud de 84 metros sobre el nivel del mar.

#### B. Características Agroclimáticas de la Zona.

Características	Promedios
Altitud	84 msnm
Precipitación media anual	1846 mm
Temperatura media anual	24,5°C
Humedad relativa	87%
Heliofanía	894 h/sol
Topografía	Regular
Textura	Franco
pH del suelo	6,1
Materia orgánica (%)	2,1

1.- Datos tomados de la Estación Meteorológica, Hacienda Mireya, Grupo Wong 1985 - 2000

#### C. Material Genético.

Se utilizó semilla certificada del híbrido de maíz DEKALB 7088, producida por la Compañía Monsanto y Distribuida por el Departamento de Producción de Semillas de la Empresa Ecuaquímica en la ciudad de Quevedo.

#### D. Tratamientos

Se estableció cinco tratamientos constituidos por el fraccionamiento del fertilizante nitrogenado, cuya aplicación total fue de 300 Kg Ha<sup>-1</sup> de urea incorporada a la siembra en cobertura y en fechas diferentes.

**Cuadro 1.** Dosis, forma y época de aplicación del N en los tratamientos en estudio.

TRATAMIENTOS	DOSIS UREA (Kg/Ha)		
	A LA SIEMBRA INCORPORADO	20 DIAS EN BANDAS	35 DIAS EN BANDAS
1	-	150	150
2	50	150	100
3	100	100	100
4	200	100	-
5	300	-	-

Días después de la siembra

### E. Diseño Experimental.

Se utilizó el Diseño Experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cuatro repeticiones. Todas las variable fueron constituidas al análisis de variancia para la comparación de medias entre tratamientos se empleó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad (cuadro 2).

**Cuadro 2.** Esquema análisis de Variancia (DBCA).

Fuente de variación	Grados de libertad
Repeticiones	3
Tratamientos	4
Error	12
Total	19

### F. Manejo del Experimento

#### 1. Preparación del terreno

Se realizó un pase de rotativa para el control de malezas y corte de la panca del cultivo anterior de manera que se facilite las labores de siembra.

## 2. Siembra

Se efectuó de forma manual en el mes de enero del 2011, empleando un espeque, depositando 2 semillas por golpe para posteriormente realizar el raleo dejando una población de 60.000 plantas por hectárea, el distanciamiento entre hileras y plantas fue 0,15x 0,90m.

## 3. Fertilización

Consistió en la incorporación a la siembra de Superfosfato Triple (46%) de 100 Kg Ha<sup>-1</sup>, Muriato de Potasio (60%) en dosis de 150 Kg Ha<sup>-1</sup> y Sulfato de Magnesio (25-20%) en dosis de 50 Kg Ha<sup>-1</sup> y el nitrógeno acorde a los tratamientos en estudio.

**CUADRO 3.** Fertilizantes bases según requerimiento del Cultivo

Fertilizante	Cantidad Kg	Producto Puro Kg.
Superfosfato Triple 46%	100	46 P
Muriato Potasio 60%	150	90 K
Sulfato Magnesio 25 -20	50	13 Mg- 10 S

TRAT.	A LA SIEMBRA		A LOS 20 DIAS		A LOS 35 DIAS	
	INCORPORADO		EN BANDAS		EN BANDAS	
	DOSIS UREA (Kg/Ha)	N PURO (Kg/Ha)	DOSIS UREA (Kg/Ha)	N PURO	DOSIS UREA (Kg/Ha)	N PURO
1	-	-	150	69	150	69
2	50	23	150	69	100	46
3	100	46	100	46	100	46
4	200	92	100	46	-	-
5	300	138	-	-	-	-

Días después de la siembra

#### **4. Control de malezas**

Para el control de malezas se aplicó en pre-emergencia la mezcla de los herbicidas Roundup 480 (glifosato) más Prowl (pendimetalin), en dosis de 3 L. + 3 L. ha<sup>1</sup>, respectivamente. Posteriormente, se realizaron deshierbas manuales, con el propósito de que el cultivo se desarrolle libre de malezas.

#### **5. Control fitosanitario**

Para el control de insectos plagas del suelo se aplicó Puñete (clorpirifos), en dosis de 1 ha<sup>-1</sup>, en el momento de la siembra y para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se aplicaron los Insecticidas Match (lufenuron) y Methomex (metomil) en dosis de 500 cc y 100 cc, respectivamente. Además se aplicó Fungicida Ridomil (metalaxil más mancozeb) para la prevención de enfermedades como el Helminthosporium, Curvularia y Mancha de Asfalto.

#### **6. Cosecha**

La cosecha se realizó manualmente, cuando los granos alcanzaron la madurez fisiológica, separando las mazorcas del área útil, para determinar o registrar los datos considerados en la evaluación.

### **G. Tratamientos y formas de evaluación**

#### **1. Días a la floración masculina y femenina**

Para el registro de este parámetro se consideró el número de días entre la siembra y la fecha en la que el 51 % de las plantas de cada parcela útil emitieron la panoja (flor masculina) o estigmas (flor femenina).

## **2. Altura de planta**

Para el efecto, se tomaron 10 plantas al azar del área útil de cada parcela experimental a los 90 días y se midieron cada una de ellas desde el nivel del suelo hasta el nudo de inserción de la panoja. Se utilizó una regla graduada en centímetros.

## **3. Altura de inserción de la mazorca**

De las 10 plantas tomadas al azar para el registro de la altura de plantas, se midió la altura de inserción de la mazorca, cada una de ellas desde el nivel del suelo hasta el nudo de inserción de la mazorca principal. Se utilizó una regla graduada en centímetros.

## **4. Acame de raíz y tallo**

El acame de raíz se determinó antes de la cosecha considerando todas aquellas plantas que presentaron inclinación de  $30^\circ$  con relación al eje de la planta, entre la perpendicular y la base de la planta donde comienza la zona radical.

En el acame de tallo se registró el número de plantas con tallos rotos debajo de la mazorca principal en el área útil, los datos se registraron en porcentaje.

## **5. Diámetro de mazorca**

Se tomaron 10 mazorcas al azar y utilizando un calibrador se registró el diámetro en el tercio medio. Los datos se expresaron en centímetros.

## **6. Longitud de mazorcas**

En las 10 mazorcas tomadas en la variable anterior, se midió el largo de la mazorca desde la base hasta el ápice de las mismas. Los datos se expresaron en centímetros.

## **7. Hileras de granos**

En las mazorcas que se emplearon para registrar el diámetro y la longitud, se procedió a contar el número de hileras de grano existentes.

## **8. Número de granos por mazorca**

En las mazorcas que se utilizaron para registrar el número de hileras de granos por mazorca, se procedió a contar el número de granos que contiene cada una de ellas.

## **9. Peso de 1000 granos**

Para el registro de este parámetro se tomaron al azar 1000 granos por cada tratamiento, después se los pesó en una balanza de precisión y la medida se expresó en gramos.

## **10. Relación grano-tusa**

Para establecer la relación grano – tusa se dividió el peso del grano para el peso de la tusa y su cociente se multiplicó por 100.

## 11. Rendimiento de grano

El rendimiento se determinó por el peso de los granos obtenidos en el área útil de cada parcela experimental, ajustada al 13 % de humedad y se lo expresó en Kilogramos por hectárea.

## 12. Análisis económico de los tratamientos

Para el Análisis económico se consideró el Ingreso Bruto (**IB**) Costos Totales (**CV+CF**), Beneficio Neto (**BN**) y Relación Beneficio Costo (**IB/CT**) donde:

$$\mathbf{IB} = \text{Kg/ha} \times \text{PV (Precio de Venta)}$$

$$\mathbf{CT} = \text{CV} + \text{CF}$$

$$\mathbf{BN} = \text{IB} - \text{CT}$$

$$\mathbf{R B/C} = \text{IB/CT}$$

## IV. RESULTADOS

### A. Días a la Floración Masculina y Femenina

En el Cuadro 1, se presentan los promedios de días a la floración masculina y femenina. En el análisis de variancia, se obtuvo alta significancia estadística entre los tratamientos, siendo los coeficientes de variación 1.14 y 1.46% respectivamente.

Para días a la floración masculina los tratamientos 1 y 2 (0 y 50 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>) con 60 días a la floración estadísticamente igual a los demás tratamientos que presentaron entre 54.2 y 58.0 días siendo el de menor promedio el tratamiento 5 (300 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>).

Los tratamientos 3 y 4 (100 y 200 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>) presentaron 62.5 días a la floración femenina estadísticamente igual a los demás tratamientos que florecieron entre 54.2 y 60.0 días siendo el de menor promedio el tratamiento 5 (300 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>).

**Cuadro 1.** Promedios de Días a la Floración Masculina y femenina registrados en los tratamientos con diferentes dosis de urea en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) bajo el sistema de siembra directa Buena Fe, 2011.

TRATAMIENTOS					
UREA (Kg/Ha)					
TRAT.	INCORPORADA A LA SIEMBRA	EN BANDAS		Flor Masculina Promedio (días)	Flor Femenina
		20 D.D.S.	35 D.D.S.		
1	-	150	150	60,0	60,0
2	50	150	100	60,0	60,0
3	100	100	100	58,0	62,5
4	200	100	-	55,5	62,5
5	300	-	-	54,2	54,2
Promedio				57,6	60,0
Coeficiente Variación (%)				1,14	1,46
Significación Estadística				**	**

\*\* Significativo al nivel 0,01 (Flor Masculina)

\*\* Significativo al nivel 0,01 (Flor Femenina)

D.D.S. Días después de la siembra

## B. Altura de Planta (cm)

Los promedios de altura de planta se presentan en el Cuadro 2. En el análisis de variancia, no determinó significancia estadística entre los tratamientos estudiados, siendo el coeficiente de variación 4,16 por ciento.

Analizando los promedios por la prueba de Tukey, el tratamiento 5 (300 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>), obtuvo el mayor valor con una altura de 2,40 m, en igualdad estadística con los tratamientos restantes que presentaron promedios que fluctuaron entre 2,18 a 2,32 m.

**Cuadro 2.** Promedios de altura de Planta registrados en los tratamientos con diferentes épocas y formas de aplicación de urea en el cultivo de maíz (**Zea mays L.**) bajo el sistema de siembra directa. Buena Fe, 2011.

TRAT.	TRATAMIENTOS				ALTURA (m)
	INCORPORADA A LA SIEMBRA	UREA (Kg/Ha)		BANDAS	
		20 D.D.S.	35 D.D.S.		
1	-	150	150		2,18
2	50	150	100		2,27
3	100	100	100		2,3
4	200	100	-		2,32
5	300	-	-		2,4
Promedio					2,3
Coeficiente Variación (%)					4,16
Significación Estadística					n.s.

**NS. No significativo**

**D.D.S. Días después de la siembra**

### C. Altura de Inserción de la Mazorca (cm)

Los promedios de altura de inserción de mazorca se presentan en el Cuadro 3. El Análisis de Variancia presentó alta significancia entre tratamientos, siendo el coeficiente de variación de 3,5 %.

Los tratamientos de (300 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>), incorporada a la siembra en una sola vez y la incorporación de (200 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>) a la siembra y (100 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>), 20 días después de la misma alcanzaron la mayor altura de inserción de mazorca con 1,29 m, estadísticamente iguales entre sí y al tratamiento donde se aplicó la dosis en 3 partes iguales a la siembra 20 y 35 días después de la misma con una altura de 1,25, superiores estadísticamente a los demás tratamientos que alcanzaron promedios de 1,14 y 1,21 m.

**Cuadro 3.** Promedios de Altura de Inserción de Mazorca registrados en los tratamientos con diferentes épocas y formas de aplicación de urea en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) bajo el sistema de siembra directa. Buena Fe, 2011.

TRAT.	TRATAMIENTOS UREA (Kg/Ha)			ALTURA (m)
	INCORPORADA A LA SIEMBRA	EN BANDAS		
		20 D.D.S.	35 D.D.S.	
1	-	150	150	1,14 b
2	50	150	100	1,21 b
3	100	100	100	1,25 ab
4	200	100	-	1,29 a
5	300	-	-	1,29 a
Promedio				1,23
Coeficiente Variación (%)				3,5
Significación Estadística				**

**Promedios con letras diferentes muestran diferencias estadísticas significativas según la prueba de Tukey (p 0,05)**

\*\* Significativo al nivel 0.01

D.D.S. Días después de la siembra

#### D. Acame de Raíz y Tallo

El análisis de variancia no detectó significancia estadística para tratamientos. El coeficiente de variación fue de 20,15 y 24,28 %, respectivamente.

El mayor número de plantas acamadas de raíz, se registraron en tratamientos 3 con 1,98% estadísticamente igual a los demás tratamientos. Con promedios entre 1.65 y 1.80%, siendo el de menor promedio el tratamiento 5.

El mayor promedio porcentual de plantas acamadas de tallo se registró en los tratamiento 1(0 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>), 2 (50 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>), y 4 (200 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>), con un promedio de 0,83 estadísticamente igual a todos los tratamientos evaluados.

**Cuadro 4.** Promedios porcentuales de Acame de Raíz y Tallo registrados en los tratamientos con diferentes épocas y formas de aplicación de urea en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) bajo el sistema de siembra directa. Buena Fe, 2011.

TRATAMIENTOS UREA (Kg/Ha)					
TRAT.	INCORPORADA A LA SIEMBRA	EN BANDAS		PORCENTAJE PROMEDIO	
		20 D.D.S.	35 D.D.S.	RAIZ	TALLO
1	-	150	150	1,8	0,83
2	50	150	100	1,75	0,83
3	100	100	100	1,98	0,70
4	200	100	-	1,8	0,83
5	300	-	-	1,65	0,70
Promedio				1,8	0,78
Coeficiente Variación (%)				20,15	24,28
Significación Estadística				n.s.	n.s.

**NS. No significativo**

**D.D.S. Días después de la siembra**

### E. Diámetro de mazorca (cm)

En el Cuadro 5, se pueden observar los promedios de diámetro de mazorca. El Análisis de Variancia en esta variable no detectó significancia estadística, siendo el coeficiente de variación 2,91 %.

Cuando se incorporó el fertilizante (200 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>), a la siembra y se aplicó (100 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>) en cobertura a los 20 días después de la misma se alcanzó el mayor diámetro con 4,88 cm estadísticamente igual a los demás tratamientos que presentaron promedios entre 4,62 y 4,76 cm.

**Cuadro 5.** Promedios de Diámetro de Mazorca registrados en los tratamientos con diferentes épocas y formas de aplicación de urea en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) bajo el sistema de siembra directa. Buena Fe, 2011.

TRAT.	TRATAMIENTOS				DIÁMETRO (cm)
	INCORPORADA A LA SIEMBRA	UREA (Kg/Ha)		EN BANDAS	
		20 D.D.S.	35 D.D.S.		
1	-	150	150		4,62
2	50	150	100		4,74
3	100	100	100		4,76
4	200	100	-		4,88
5	300	-	-		4,74
Promedio					4,75
Coeficiente Variación (%)					2,91
Significación Estadística					n.s.

**NS. No significativo**

**D.D.S. Días después de la siembra**

## F. Longitud de Mazorca (cm)

En el análisis de variancia para esta variable no mostró significancia estadística para los tratamientos evaluados; siendo el coeficiente de variación 11,95 %.

La mayor longitud de mazorca se registró en el tratamiento con (200 Kg Urea  $\text{Ha}^{-1}$ ), incorporados a la siembra mas (100 Kg Urea  $\text{Ha}^{-1}$ ) aplicados en bandas a los 20 días después de la siembra con 20,21 cm, estadísticamente igual a los restantes tratamientos fertilizados que registraron mazorcas de 18,1 a 20,19 cm.

**Cuadro 6.** Promedios de Longitud de Mazorca registrados en los tratamientos con diferentes épocas y formas de aplicación de urea en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) bajo el sistema de siembra directa. Buena Fe, 2011.

TRATAMIENTOS UREA (Kg/Ha)				
TRAT.	INCORPORADA A LA SIEMBRA	EN BANDAS		LONGITUD (cm)
		20 D.D.S.	35 D.D.S.	
1	-	150	150	20,19
2	50	150	100	18,1
3	100	100	100	18,76
4	200	100	-	20,21
5	300	-	-	19,96
Promedio				19,44
Coeficiente Variación (%)				11,95
Significación Estadística				n.s.

**NS. No significativo**

**D.D.S. Días después de la siembra**

### G. Hileras por mazorca

Los resultados de esta variable se presentan en el Cuadro 7. De acuerdo al análisis de variancia no hubo significancia estadísticas entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 2,88%.

El mayor número de hileras por mazorcas se registró en el tratamiento 2 (50 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>), mas (150 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>) y (100 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>) aplicada en bandas a los 20 y 35 días después de la siembra, con un promedio de 18,85, en igualdad estadística con los demás tratamientos, que presentaron promedios entre 18.45 hileras.

**Cuadro 7.** Promedios de Hileras por Mazorca registrados en los tratamientos con diferentes épocas y formas de aplicación de urea en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) bajo el sistema de siembra directa. Buena Fe, 2011.

TRAT.	TRATAMIENTOS UREA (Kg/Ha)				N° Hileras / Mazorca
	INCORPORADA A LA SIEMBRA	EN BANDAS			
		20 D.D.S.	35 D.D.S.		
1	-	150	150	18,45	
2	50	150	100	18,85	
3	100	100	100	18,35	
4	200	100	-	18,00	
5	300	-	-	18,10	
Promedio				18,35	
Coeficiente Variación (%)				2,88	
Significación Estadística				n.s.	

**NS. No significativo**

**D.D.S. Días después de la siembra**

## H. Número de granos por mazorca

Los promedios de Número de granos por mazorca se presentan en el Cuadro 8. En el análisis de Variancia, no se observó significancia estadística entre tratamientos, siendo el coeficiente de variación 6,05 %

Se pudo observar que el mayor promedio de granos por mazorca, se registró en el tratamiento de (200 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>), incorporados a la siembra mas (100 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>) aplicados en banda a los 20 días después de la siembra con 664,93 granos, estadísticamente igual a los demás tratamientos que registraron promedios entre 584,48 y 644,43 granos por mazorca.

**Cuadro 8.** Promedios de número de granos por mazorca registrados en los tratamientos con diferentes épocas y formas de aplicación de urea en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) bajo el sistema de siembra directa. Buena Fe, 2011.

TRAT.	TRATAMIENTOS				ALTURA (m)
	INCORPORADA A LA SIEMBRA	UREA (Kg/Ha)		EN BANDAS	
		20 D.D.S.	35 D.D.S.		
1	-	150	150	584,48	b
2	50	150	100	614,25	ab
3	100	100	100	622,88	ab
4	200	100	-	664,93	a
5	300	-	-	644,43	ab
Promedio				626,19	
Coeficiente Variación (%)				6,05	
Significación Estadística				n.s.	

**Promedios con letras diferentes muestran diferencias estadísticas significativas según la prueba de Tukey**

**N.S. No significativo.**

**D.D.S. Días después de la siembra**

## I. Peso de 1000 granos

Los promedios del peso de 1000 semillas se presentan en el Cuadro 9. Según el Análisis de Variancia se observó significancia estadística entre los tratamientos estudiados, siendo el coeficiente de variación de 11,31 %

El mayor valor se presentó en el tratamiento (200 Kg Urea  $\text{Ha}^{-1}$ ), incorporado a la siembra mas (100 Kg Urea  $\text{Ha}^{-1}$ ), aplicados en banda a los 20 días después de la siembra, con 349,91 gr estadísticamente igual a los tratamientos 5 (300 Kg Urea  $\text{Ha}^{-1}$ ), incorporado a la siembra y (300 Kg Urea  $\text{Ha}^{-1}$ ) fraccionados en 3 partes iguales e incorporados a la siembra y a los 20 y 35 días después de la siembra con promedios de 346,63 y 322,91 estadísticamente superiores a los tratamientos 1 y 2 en los que se aplicó urea a los 20 y 35 días alcanzando 271,41 y 280,44 g.

**Cuadro 9.** Promedios Peso de Mil semillas registrados en los tratamientos con diferentes épocas y formas de aplicación de urea en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) bajo el sistema de siembra directa. Buena Fe, 2011.

TRAT.	TRATAMIENTOS				Peso de 100 Semillas (g)	
	INCORPORADA A LA SIEMBRA	UREA (Kg/Ha)		EN BANDAS		
		20 D.D.S.	35 D.D.S.			
1	-	150	150		280,44	b
2	50	150	100		271,41	b
3	100	100	100		322,91	ab
4	200	100	-		349,91	a
5	300	-	-		346,63	a
Promedio					314,26	
Coeficiente Variación (%)					11,31	
Significación Estadística						*

\* **Significativo al nivel 0.01**

**D.D.S. Días después de la siembra**

## J. Relación Grano Tusa.

Al efectuar el análisis de variación de esta variable los resultados no mostraron significancia estadística entre los tratamientos, cuyo coeficiente de variación fue de 12,75 %.

La mayor relación grano-tuza fue para el tratamiento 3 en el que se incorporó (100 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>), a la siembra a los 20 y 35 días después de la misma con promedios de 19,0 estadísticamente igual a los demás tratamientos que alcanzaron promedios entre 16,15 y 18,60 %

**Cuadro 10.** Promedios Porcentuales de la Relación Grano-Tusa, registrados en los tratamientos con diferentes épocas y formas de aplicación de urea en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) bajo el sistema de siembra directa. Buena Fe, 2011.

TRAT.	TRATAMIENTOS				RELACIÓN GRANO-TUSA (%)
	INCORPORADA A LA SIEMBRA	UREA (Kg/Ha)		EN BANDAS	
		20 D.D.S.	35 D.D.S.		
1	-	150	150	18,6	
2	50	150	100	16,78	
3	100	100	100	19,00	
4	200	100	-	16,15	
5	300	-	-	16,18	
Promedio					17,34
Coeficiente Variación (%)					12,75
Significación Estadística					n.s.

**NS. No significativo.**

**D.D.S. Días después de la siembra**

## K. Rendimiento de grano

Según el análisis de variancia no hubo significación estadística entre los tratamientos, siendo el coeficiente de variación de 10,28 %

El mayor rendimiento se alcanzó cuando la urea se fraccionó en 3 partes iguales, incorporándose a la siembra, 20 y 35, respectivamente con 7312,50 Kg Ha<sup>-1</sup> estadísticamente igual a los restantes tratamientos que alcanzaron promedios entre 6250,0 y 7125,0 Kg Ha<sup>-1</sup>

**Cuadro 11.** Promedios Rendimiento de Granos registrados en los tratamientos con diferentes épocas y formas de aplicación de urea en el cultivo de maíz (**Zea mays L.**) bajo el sistema de siembra directa. Buena Fe, 2011.

TRAT.	TRATAMIENTOS				RENDIMIENTO DE GRANOS (Kg/ha)
	INCORPORADA A LA SIEMBRA	UREA (Kg/Ha)		EN BANDAS	
		20 D.D.S.	35 D.D.S.		
1	-	150	150		6562,5
2	50	150	100		6250
3	100	100	100		7312,5
4	200	100	-		6500
5	300	-	-		7125
Promedio					6750
Coeficiente Variación (%)					10,28
Significación Estadística					n.s.

**NS. No significativo**

**D.D.S. Días después de la siembra**

## L. Análisis económico.

En el Cuadro 12, se presenta el análisis económico del rendimiento del grano del cultivo de maíz Dekalb 7088. El tratamiento 3 (300 Kg Urea  $\text{Ha}^{-1}$ ) fraccionada en 3 partes iguales con incorporación a la siembra a los 20 y 35 días después de la siembra aplicados en bandas alcanzó el mayor rendimiento con 7312,5 toneladas/ha a un costo total de \$1562,11 lo que permitió obtener el mayor beneficio neto con \$704,8 /ha y relación beneficio costo de \$1,45 seguido del tratamiento 5 (300 Kg Urea  $\text{Ha}^{-1}$ ) incorporados a la siembra, que alcanzó 7125 Kg/ha a un costo de \$1546,60 con un beneficio neto de \$662,10 y una relación beneficio costo de \$1,43, que significa que por cada unidad monetaria invertida se obtuvo \$0,43 centavos.

Cave indicar que todos los tratamientos obtuvieron rentabilidades positivas que fluctuaron entre 28 y 45 %

**CUADRO 12** ANALISIS ECONOMICO DEL RENDIMIENTO DE FRUTO EN EL ESTUDIO EPOCAS Y FORMAS DE APLICACIÓN DE NITRÓGENO EN EL CULTIVO DE MAIZ BAJO EL SISTEMA DE SIEMBRA DIRECTA Y SU EFECTO EN LA PRODUCCION DE GRANOS. BUENA FE 2011

TRAT	DOSIS UREA (Kg/Ha)			DOSIS TOTAL	RENDIMIENTO (Kg/Ha)	INGRESO BRUTO	COSTOS TRATAMIN	COSTOS VARIABLES	COSTO TOTAL	BENEFICIO NETO	R B/C
	A LA SIEMBRA	20 DIAS EN BANDAS	35 DIAS EN BANDAS								
1	0	150	150	300	6562,5	2034,4	394,0	656,5	1524,110	510,3	1,33
2	50	150	150	300	6250,0	1937,5	398,0	648,0	1515,610	421,9	1,28
3	100	100	100	300	7312,5	2266,9	402,0	694,5	1562,110	704,8	1,45
4	200	100	0	300	6500,0	2015,0	402,0	662,0	1529,610	485,4	1,32
5	300	0	0	300	7125,0	2208,8	394,0	679,0	1546,610	662,1	1,43

## V. DISCUSIÓN

De los resultados y evidencias observados en la aplicación de urea bajo el sistema de siembra directa ( $300 \text{ Kg Ha}^{-1}$  a la siembra) se tuvo como efectos precocidad en 1.5 días en la floración, mientras que la aplicación fraccionada de urea a la siembra a los 20 y 35 días generó el mayor rendimiento.

En altura de planta para los tratamientos no mostró variabilidad estadística, los tratamientos fertilizantes no marcaron diferencias estadísticas significativas, concordando con **(Guía de características agronómicas del DK 7088, 2010)**, quienes manifiestan que los promedios para este material genético, oscilan entre 2,18 y 2,30 metros.

La mayor altura de inserción de mazorca se obtuvo en plantas que fueron fertilizadas con urea que fue incorporada a la siembra entre 200 y 300 kg superando hasta en 15 cm al tratamiento que no recibió el fertilizante a la siembra si no a los 20 y 35 después de la misma.

El diámetro de mazorca fue menor en todos los tratamientos al promedio del híbrido en estudio (4,92 cm), que puede deberse a la escasa disponibilidad de humedad en la fase de floración. Las precipitaciones disminuyeron en el mes de marzo drásticamente afectando los tratamientos en estudio observándose un alargamiento en la longitud de mazorca por encima del valor medio del híbrido que también puede deberse a un comportamiento anómalo del híbrido al disminuir el diámetro e incrementar la longitud, posiblemente a causa de la escases de humedad en la fase fenológica (floración, fructificación) de mayor requerimiento hídrico, no concordando con lo indicado en la **(Guía de características agronómicas del DK 7088, 2010)**

Entre los componentes de rendimiento, la variable hileras de grano por mazorca no fue afectado, todos los tratamientos estuvieron alrededor de su promedio, al igual que granos por mazorca y peso de mil semillas, comportándose los tratamientos similares estadísticamente, con valores característicos del material genético en estudio según **(Guía de características agronómicas del DK 7088, 2010)**, alcanzándose mazorcas de 18,8 hileras.

Respecto al acame de tallo y raíz no se obtuvo significancia estadística, los valores encontrados no representa con niveles críticos en ningunos de los tratamientos estudiados, los promedios porcentuales de 0,78 para acame de tallo y de 1,80 % para acame de raíz. Por lo tanto, estos valores no representan pérdidas significativas de planta en el cultivo, a pesar de encontrar valores superiores en lo referente a la altura de planta como el tratamiento 5 (300 Kg Urea  $\text{Ha}^{-1}$ ), 2.40 cm el acame fue 1.65%, discrepando con **ARGENTA et al.,2001 citado por Vera; 2004**, quienes mencionan que la mayor estatura de planta, a mayor distancia entre el punto de inserción de la mazorca en el tallo y el suelo, el menor diámetro del tallo y a su mayor fragilidad en altas densidades favorecen al aumento del porcentaje de plantas acamadas y quebradas antes de la cosecha.

Al analizar otro de los componentes del Rendimiento, en la variable Peso de mil semillas el menor peso se observó en el tratamiento 2 (50 Kg Urea  $\text{Ha}^{-1}$ ) que registró un valor de 271,4 y 349,9 gramos presentado por el tratamiento 4 (200 Kg Urea  $\text{Ha}^{-1}$ ), similar al promedio del híbrido en estudio que muestra un peso de 350 g **(Guía de características agronómicas del DK 7088, 2010)**, lo que se ratifica que la incorporación de urea a la siembra no contribuyó favorablemente al incremento del peso de la semilla.

La Relación Grano /tusa, no presentó significancia estadística entre los tratamientos en estudio, con promedios menores al del híbrido Dekalb 7088, ya que los tratamientos mostraron en promedio la relación 84/16, en comparación con la del híbrido que es 81/19, a excepción del tratamiento 3

(100 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>), que presentó la misma relación de grano/tusa. **(Guía de características agronómicas del DK 7088, 2010)**

Analizando el Rendimiento de Grano, todos los tratamientos en estudio se comportaron estadísticamente iguales, el mayor rendimiento fue de 7312,5 Kg Ha<sup>-1</sup>, obtenido por el tratamiento 3 (100 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>).

El tratamiento 3 (100 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>), con 7312,5 Kg Ha<sup>-1</sup>, alcanzó el mayor ingreso bruto a un costo total de \$1562,11, generándose un beneficio neto de \$704,80 y una relación beneficio costo de \$1,45 que significa que por cada unidad monetaria se obtuvo un beneficio \$0,45, lo que indica que el fraccionamiento en 3 partes (a la siembra, 20 y 35 días) genera el mayor rendimiento e ingresos y beneficios para el cultivo.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En las condiciones en que fue ejecutada la presente investigación y en base en la interpretación de los resultados, se llegó a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

### A. Conclusiones

- ✓ La emisión de la floración masculina y femenina fue más precoz cuando se incorporó los 300 Kg de urea en una sola vez a la siembra.
- ✓ La incorporación de urea ( $300 \text{ Kg Ha}^{-1}$ ) a la siembra en una sola aplicación presentó las plantas de mayor altura sin incrementar el porcentaje de acame de tallo y raíz.
- ✓ La incorporación de urea en siembra directa, (frecuencias y formas) no alteró el rendimiento de granos ni sus componentes de producción (longitud de mazorca, diámetro de mazorca, hileras por mazorca, peso de mil semillas).
- ✓ La mayor relación grano-tusa se observó cuando se aplicó el fertilizante fraccionado en tres partes iguales (a la siembra, 20 y 35 días después de la misma) superando en 2,8 a la incorporación de urea total a la siembra.
- ✓ El mayor rendimiento se alcanzó cuando se aplicó urea fraccionada en tres partes iguales (siembra, 20 y 35 días después de la misma) superando en  $187,5 \text{ Kg Ha}^{-1}$ , a la incorporación de los ( $300 \text{ Kg Urea Ha}^{-1}$ ), en una sola vez.

- ✓ Económicamente la aplicación de urea en tres partes iguales resultó ligeramente superior a la aplicación de urea incorporada a la siembra en una sola vez con una rentabilidad del 2%

### ***B. Recomendaciones***

- ✓ Realizar Incorporaciones de urea en siembra directa no mayores a 100 Kg Ha<sup>-1</sup>
- ✓ Aplicar urea en tres diferentes épocas en dosis de 100 Kg Ha<sup>-1</sup> para obtener mejores rendimientos y rentabilidad.

## VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue realizado en La Hacienda “Selma Sayra”, ubicada en el Km 27 de la vía Quevedo – Santo Domingo, en la Zona de Buena Fe, Provincia de Los Ríos, con los objetivos de determinar la mejor dosis de Urea incorporado en Siembra Directa y su efecto en la producción de granos en el cultivo de maíz.

Se estudiaron cinco dosis de urea. Se utilizó el diseño Experimental de Bloques Completos al Azar (BCA), con cuatro repeticiones y para la comparación de medias se empleó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. Se evaluaron las variables días a la floración masculina y femenina, altura de planta, altura de inserción de la mazorca, acame de raíz, acame de tallo, diámetro de mazorca, longitud de mazorca, número de hileras granos por mazorca, granos por mazorca, peso de mil semillas, relación grano – tusa, rendimiento de grano y se efectuó el análisis económico. La floración masculina y femenina fue 5,8 días más precoz cuando se incorporó a la siembra ( $300 \text{ Kg Urea Ha}^{-1}$ ) en una sola vez. Esta misma aplicación de urea presentó las plantas de mayor altura sin mostrar incrementos porcentuales de acame de raíz y tallo. La aplicación de ( $300 \text{ Kg Urea Ha}^{-1}$ ) incorporada en tres partes iguales (siembra, 20 y 35 días después de la misma), presentó un coeficiente 2,8 mas en la relación grano-tusa que la registró en la incorporación de ( $300 \text{ Kg Urea Ha}^{-1}$ ) en una sola vez. El mayor rendimiento de grano se alcanzó con la incorporación de ( $300 \text{ Kg Urea Ha}^{-1}$ ) fraccionada en tres partes iguales (siembra, 20 y 35 días después de la misma) superando en rendimiento con  $187,5 \text{ Kg Ha}^{-1}$  a la incorporación del fertilizante a la siembra en una sola ocasión.

## **VIII. SUMMARY**

The present work of this research was done at "Selma Sayra" farm located at Km 27 of Quevedo - Santo Domingo road of the Buena Fe area, in the Province of Los Rios, with the goal to conclude the best quantity of Urea with the purpose to incorporate Direct Planting and its effects in the production of maize kernels.

Five doses of urea were studied. The Experimental Blocks method used was taken randomly (EBM) with four repetitions, and for the comparison of measurement was used the Tukey test at 95% probability. The variables evaluated days to flowering male and female, plant height, height of insertion of the ear, root lodging, lodging in stem diameter of ear, ear length, number of grains per ear, thousand-seed weight, rows relationship grain-cob, grain yield and economic analysis was made. The male and female flowering was 5,8 days more early when he joined (300 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>) seeding once. This same application of urea presented higher plants without showing percentage increases in root and stem lodging. The application of (300 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>) incorporated into three equal parts (sowing, 20 and 35 days after the same) presented a 2,8 ratio more compared grain-cob who registered in the incorporation of (300 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>) at one time. The highest grain yield was reached with the addition of (300 Kg Urea Ha<sup>-1</sup>) divided in three equal parts (sowing, 20 and 35 days after the same) beating performance with 187,5 Kg/ha the incorporation of fertilizer sowing on one occasion.

## VX. LITERATURA CITADA

**ACADEMIA DE MAIZ Y AVICULTURA 2010.** Panorama nacional del maíz amarillo – Zonas Productoras (en línea). Ecuador. Consultado 29 sep. 2010. Disponible en [http://sigagro.flunal.com/charts/maiz\\_panoramanacional.htm](http://sigagro.flunal.com/charts/maiz_panoramanacional.htm) (sigagro- Magap 2008)

**AMORES, F.; MITE, F.; CARRILLO, M. 1995.** Manejo de la fertilización en maíz duro. Estación Experimental Tropical Pichilingue. 41 p. (Manual Técnico, N° 28)

**BORDOLI, J. 1999.** Dinámica de Nutrientes y Fertilización en Siembra Directa, Ing. Agr., M. Sc., Cátedra de Fertilidad de Suelos, (en línea). Consultado 2 Octubre del 2011. Disponible en: [http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/publica/Dinamica\\_nutrientes\\_en\\_SD.pdf](http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/publica/Dinamica_nutrientes_en_SD.pdf)

**CRAWFORD, T.; RENDING, V.; BROADBENT, F. 1982.** Sources, fluxes, and sinks of nitrogen during early reproductive growth of maize. Ed. Rudolf. Mx

**DELGADO, R; RAMÍREZ, R; URQUIAGA, S. 2000.** Colocación del Nitrógeno en el suelo y la eficiencia de uso por el maíz, (en línea). Consultado 16 sep. 2010. Disponible en: [http://www.ceiap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/Agronomia%20Tropical/at5103/art/delgado\\_r.htm](http://www.ceiap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/Agronomia%20Tropical/at5103/art/delgado_r.htm)

**GARCÍA J; ESPINOZA J; 2008,** Efecto del fraccionamiento de nitrógeno en la productividad y en la eficiencia agronómica de macro nutrientes en maíz, Ipni, pp 1-7.

**GARCÍA, O. 1999.** Nutrición del Cultivo de Trigo: Nuevas Estrategias de Fertilización, INPOFOS Cono Sur, (en línea). Consultado 28 ago. 2010. Disponible en: [http://www.inpofos.org/ppiweb/iaarg.nsf/\\$webindex/66A9E5781C1CB A7F03256E6000711F1E/\\$file/Balance+Nutrientes-Forj%C3%A1n.pdf](http://www.inpofos.org/ppiweb/iaarg.nsf/$webindex/66A9E5781C1CB A7F03256E6000711F1E/$file/Balance+Nutrientes-Forj%C3%A1n.pdf)

**GUDELJ, V; VALLONE, P; GALARZA, C; GUDELJ, O; LORENZÓN L; MASIERO, B. 2003.** Fertilización de maíz en siembra directa, (en línea). Consultado 24 jul. 2010. Disponible en: <http://www.fagro.edu.uy/~eemac/Siembra%20Directa/4A.pdf>.

**INIAP**, Estación Experimental Tropical Pichilingue. 1981 Informe Técnico Anual Quevedo, E C. P 38.º

**INIAP (INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, 2000)** Estación Experimental Tropical Pichilingue. Departamento Nacional de Manejo de Suelos y Aguas. Quevedo, EC. 65 p.

**INTA. 2006.** Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; Fertilización. Aplicaciones iniciales de fertilizantes en siembra directa, (en línea). Consultado 12 ene. 2011. Disponible en: [http://www.aaprotrigo.org/tecnologia/fertilizacion/aplicaciones\\_iniciales.htm](http://www.aaprotrigo.org/tecnologia/fertilizacion/aplicaciones_iniciales.htm)

**MAIZAR. 2006.** Asociación de maíz Argentino; Diagnóstico de fertilización nitrogenada para maíz en siembra directa, (en línea). Consultado 7 ene. 2011. Disponible en: <http://www.google.com.ec/search?hl=es&q=Diagn%C3%B3stico+de+fertilizaci%C3%B3n+nitrogenada+para+ma%C3%ADz+en+siembra+directa&btnG=Buscar&meta=>

**MARCANO F; OHEP C,** RESPUESTA DEL CULTIVO DE MAÍZ A TRES PRACTICAS DE LABRANZA, DOS FUENTES NITROGENADAS Y TRES FORMAS DE APLICACIÓN DEL NITRÓGENO; Barquisimeto, estado Lara. *Venezuela Agronomía Tropical* 47(1):61-85

**NEPTUNE.; NAKAGAM, J; SCOTTON, L; SOUZA, E. A. 1982.** Efectos de doses ñao. Equidistantes de N, P, K nas concentracoes destes macronutrientes na falha e na producao do milho (*Zea mays*). *Mundi Prensa.BR.* Cap. 4 p.125 – 140.

**POEY DIAGOR, R. 1984.** El mejoramiento industrial del maíz Champigo, MX, p. 24.

**QUINTERO, C. 2009.** Fertilizantes: Nutrición vegetal. Importancia del nitrógeno en el maíz. CO p. 125

**QUINTERO, E; BOSCHETTI, G. 2000.** Eficiencia de uso del nitrógeno en trigo y maíz en la región pampeana Argentina, (en línea). Consultado 8 oct. 2010. Disponible en: <http://www.elsitioagricola.com/articulos/quintero/Eficiencia%20de%20Uso%20del%20Nitrogeno%20en%20Trigo%20y%20Maiz.asp>

**VALVERDE F, RAMOS M, PARRA1 P; 2000, EVALUACION DE SISTEMAS DE LABRANZA DE CONSERVACION DEL SUELO Y FERTILIZACION CON FOSFORO EN MAIZ, AL TERCER AÑO DE ESTUDIO, INIAP Sta. Catalina, Departamento de Manejos de Suelos y Aguas, Quito – Ecuador**

**VIOLIC, A. 1989.** Labranza convencional y labranza de conservación: Definición de conceptos. In Barreto, H. et al. *Labranza de Conservación en Maíz.* El Batán, MX. CIMMYT – PROCIANDINO. p. 5 – 11

**APÉNDICE**

**Cuadro 1.** Cuadrados Medios de días a la floración, altura de planta, inserción de mazorca, acame de raíz y tallo, diámetro de mazorca registrados en los tratamientos con diferentes dosis de urea en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) bajo el sistema de siembra directa. Buena Fe, 2011.

VARIABLES										
FV	GL	Días a la Floración	Altura Planta (cm)	Inserción mazorca (cm)	Acame (%)		Diámetro Mazorca (cm)	F 0,05	F 0,01	
					Raíz	Tallo				
TRAT	4	14,30 **	259,90 NS	165,04**	0,05 NS	0,02 NS	0,03 NS	3,49	5,95	
ERROR	12	0,7	91,11	18,67	0,13	0,04	0,02			
TOTAL	9									

**N.S.** No significativo al 95% de probabilidad

**\*\*** Altamente significativo al 95% de probabilidad

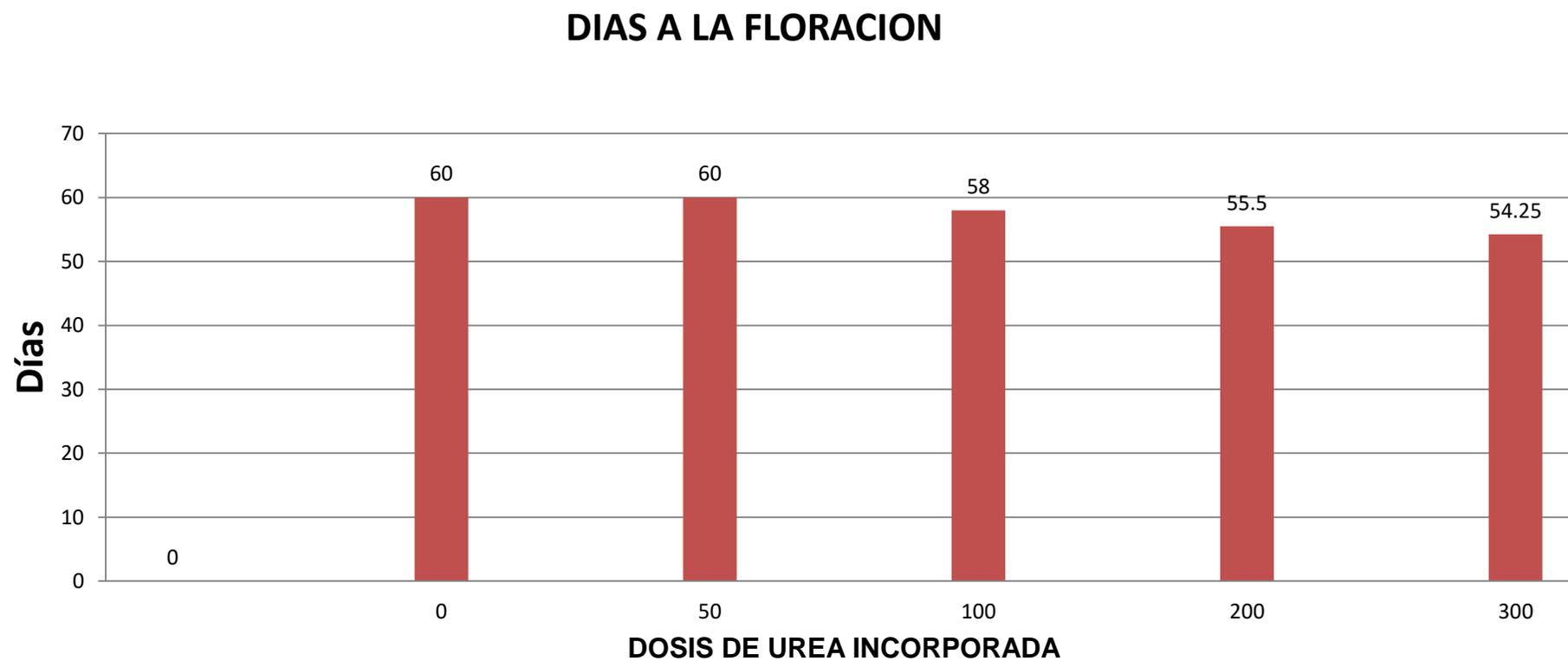
**Cuadro 2.** Cuadrado Medio de longitud de mazorca, hileras de granos, granos por mazorca, peso de mil granos, relación grano tusa, rendimiento de granos registrados en los tratamientos con diferentes dosis de urea en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) bajo el sistema de siembra directa. Buena Fe, 2011.

VARIABLES									
FV	GL	Longitud de Mazorca (cm)	N° Hileras de Granos/ Mazorcas	Granos por Mazorca	Peso 1000 Semillas	Relación Grano/tuza (%)	Rend. (Kg. $ha^{-1}$ )	F 0,05	F 0,01
TRAT.	4	3,68 NS	0,45 NS	3726,61 NS	5373,64 *	7,43 NS	804687,5 NS	3,49	5,95
ERROR	12	5,4	0,28	1435,76	1263,25	4,89	481770,83		
TOTAL	9								

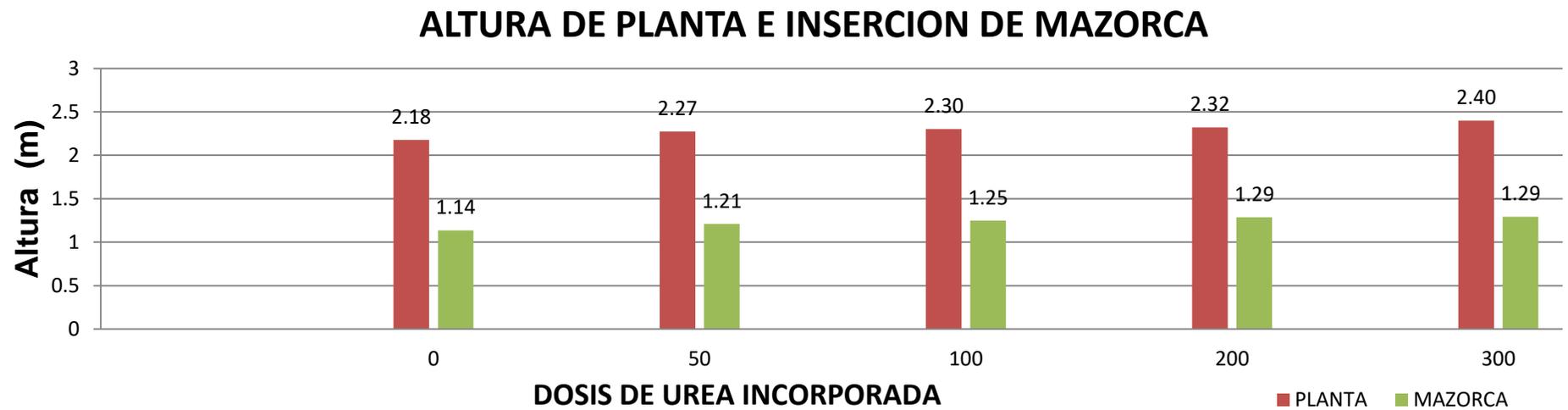
N.S. No significativo al 95% de probabilidad

\*\* Altamente significativo al 95% de probabilidad

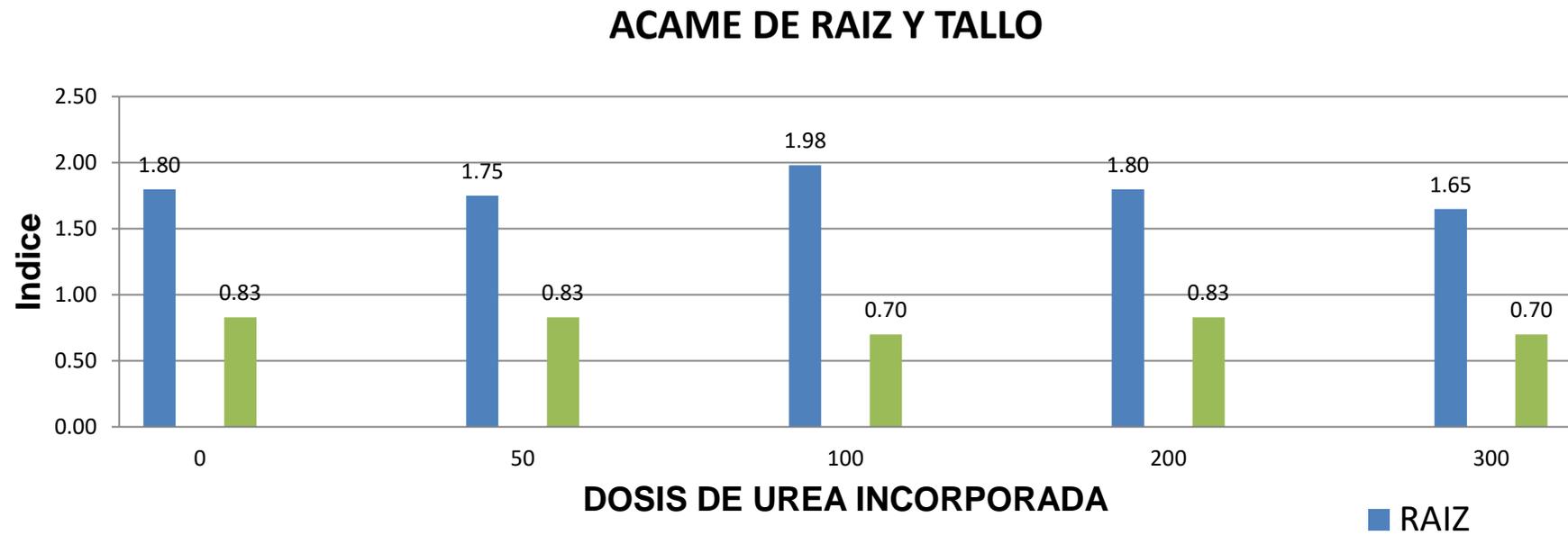
**Figura 1.** Días a la Floración registrados en los tratamientos con diferentes dosis de urea en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) bajo el sistema de siembra directa. Buena Fe, 2011.



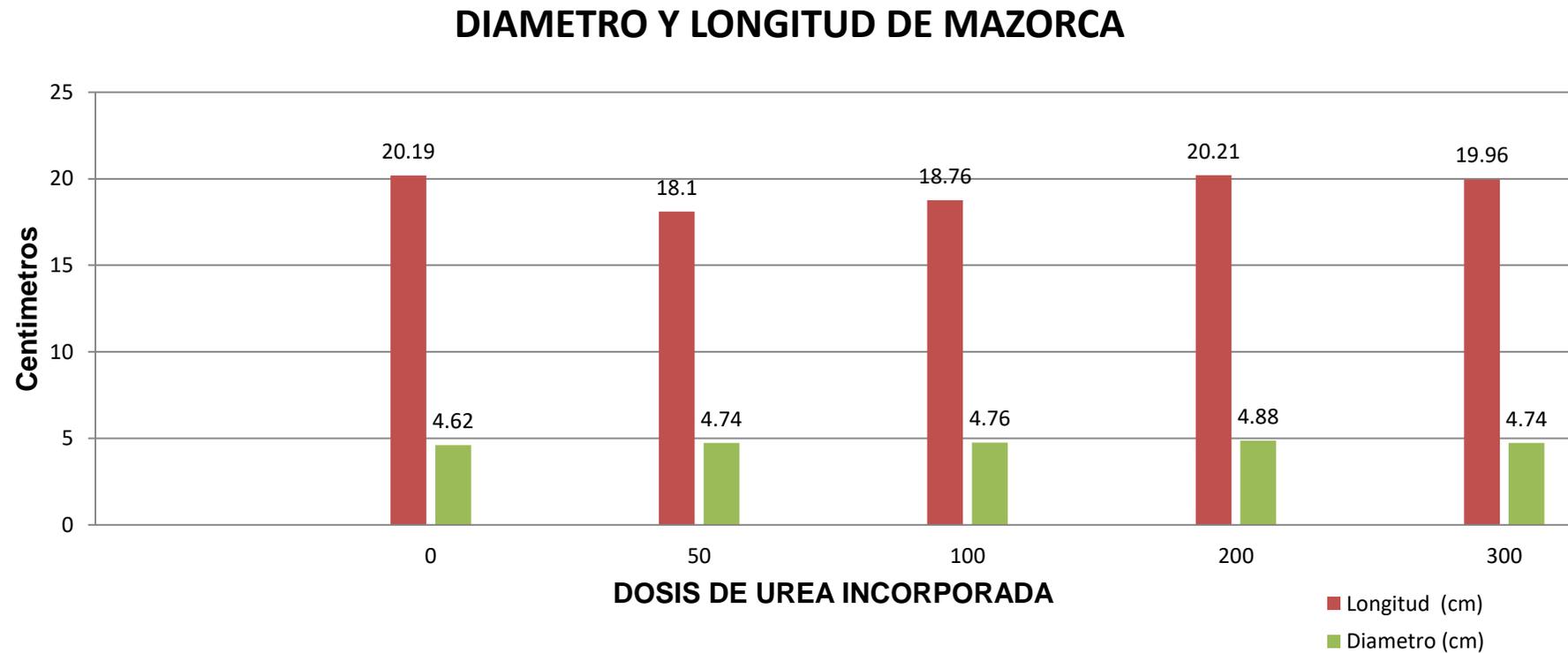
**Figura 2.** Altura de Planta e Inserción de Mazorca registrados en los tratamientos con diferentes dosis de urea en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) bajo el sistema de siembra directa. Buena Fe, 2011.



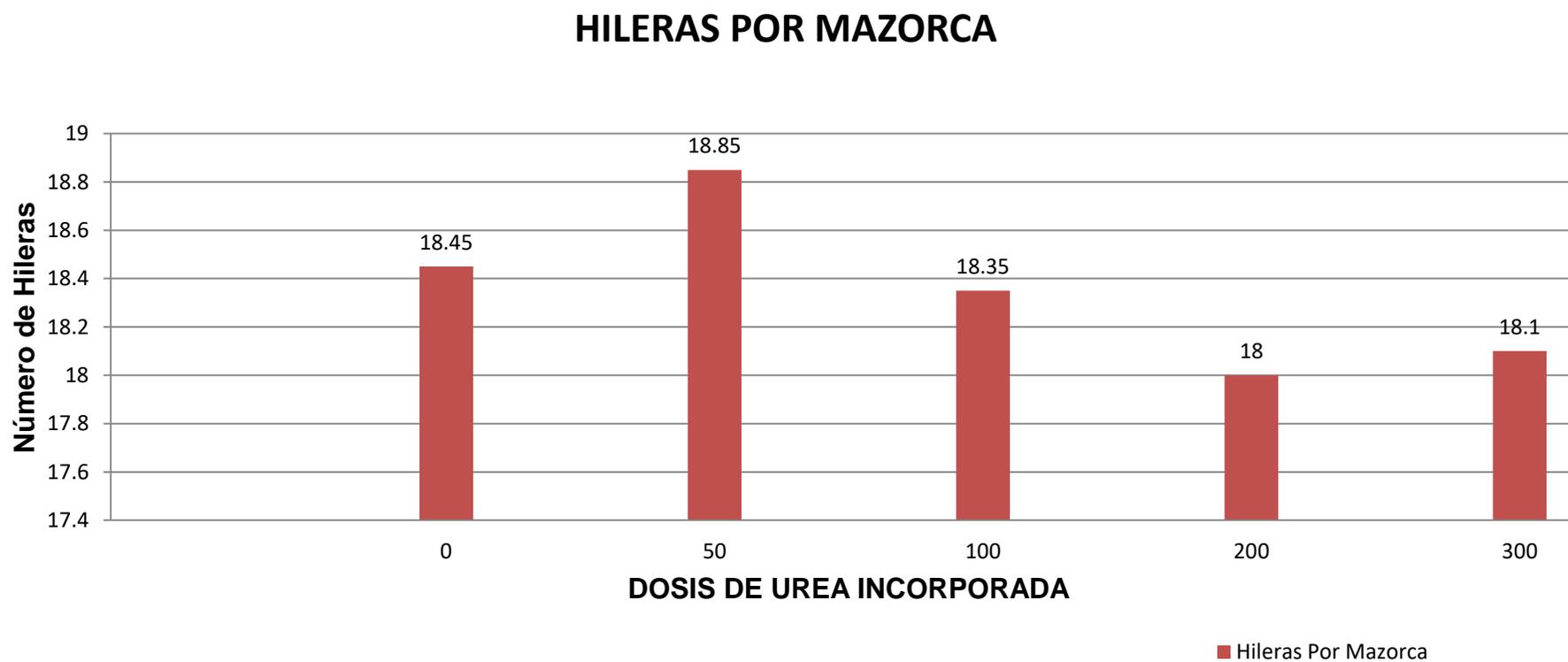
**Figura 3.** Acame de Raíz y Tallo registrados en los tratamientos con diferentes dosis de urea en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) bajo el sistema de siembra directa. Buena Fe, 2011.



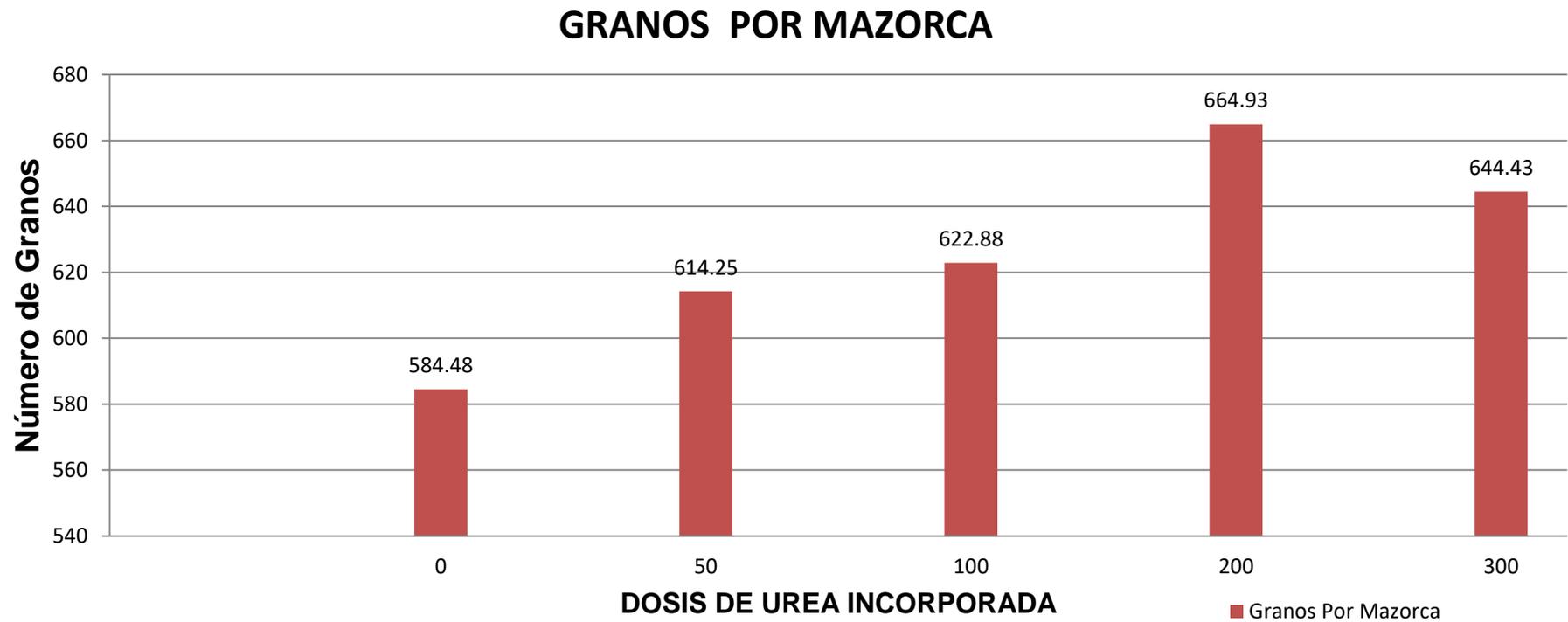
**Figura 4.** Diámetro y Longitud de Mazorca registrados en los tratamientos con diferentes dosis de urea en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) bajo el sistema de siembra directa. Buena Fe, 2011.



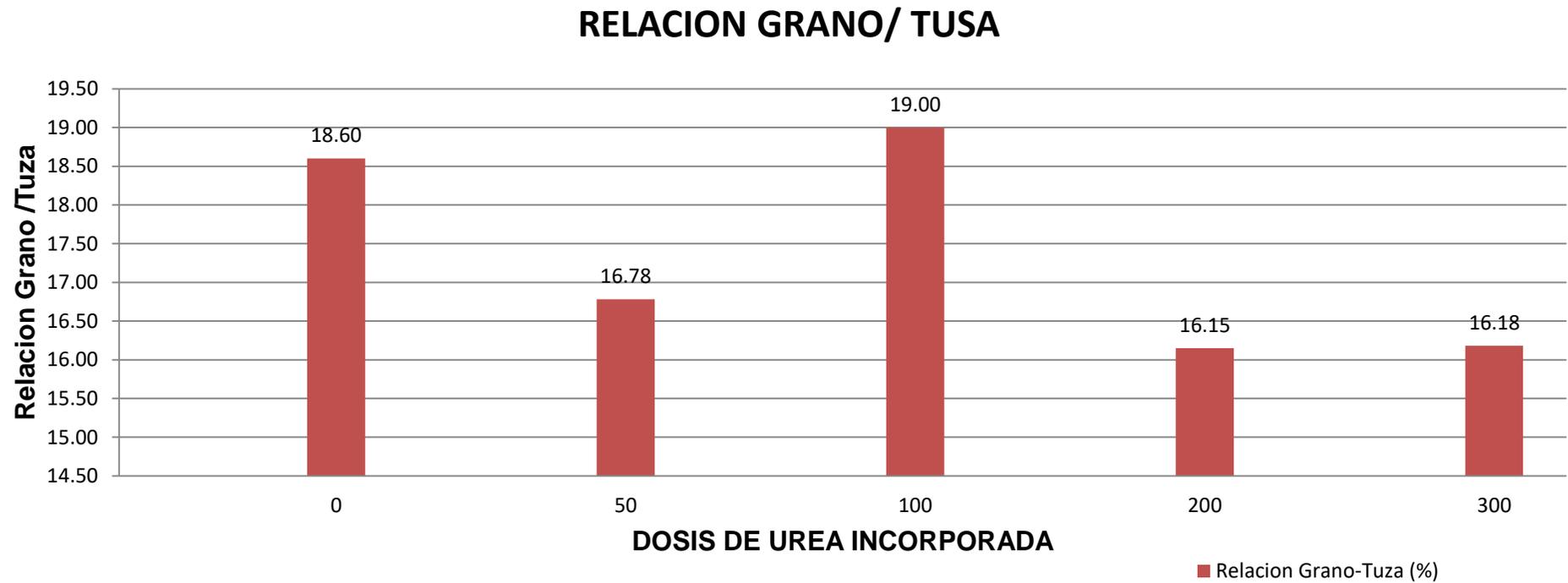
**Figura 5.** Hileras por mazorca registrados en los tratamientos con diferentes dosis de urea en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) bajo el sistema de siembra directa. Buena Fe, 2011.



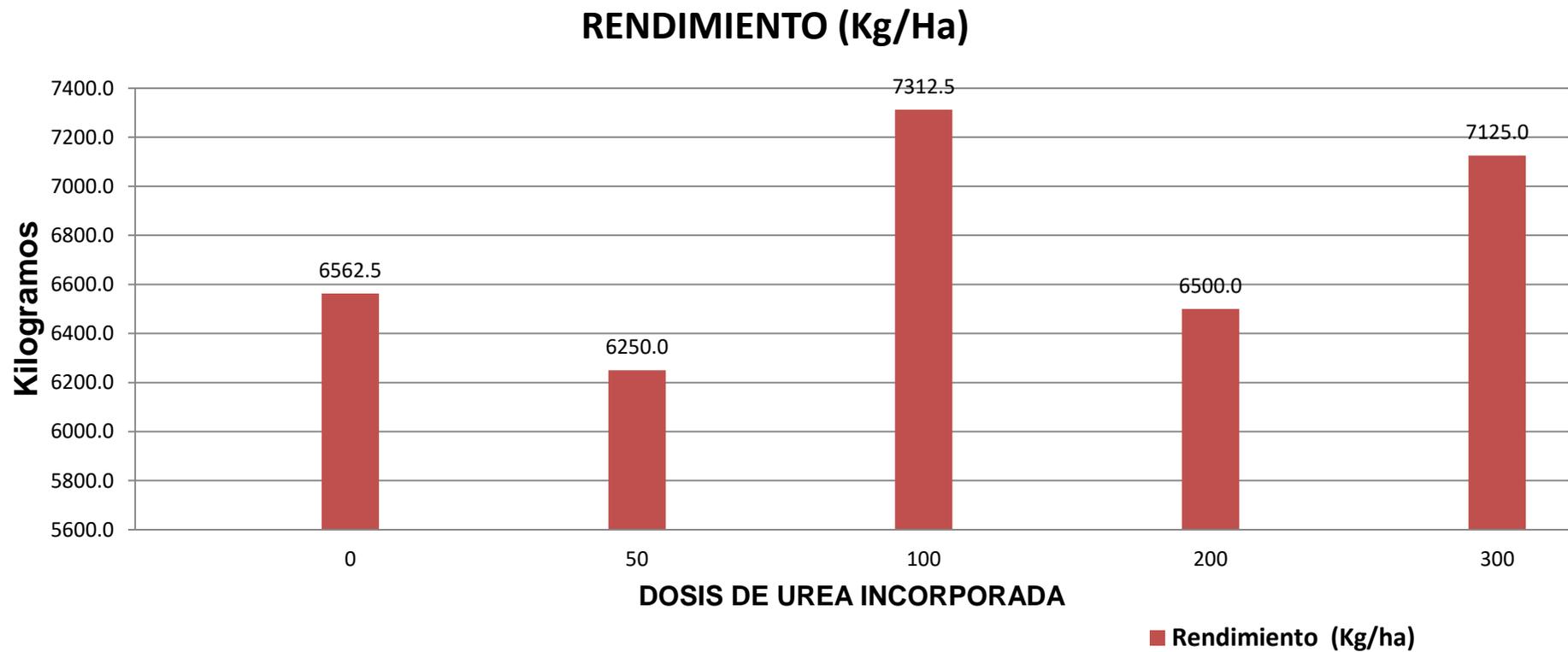
**Figura 6.** Granos por mazorca registrados en los tratamientos con diferentes dosis de urea en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) bajo el sistema de siembra directa. Buena Fe, 2011.



**Figura 7.** Promedios de la Relación Grano/Tuza registrados en los tratamientos con diferentes dosis de urea en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) bajo el sistema de siembra directa. Buena Fe, 2011.



**Figura 8.** Rendimiento y Peso de Mil Semillas registrados en los tratamientos con diferentes dosis de urea en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) bajo el sistema de siembra directa. Buena Fe, 2011.





**Foto 1.** Material Genético



**Foto 2.** Control Fitosanitario



**Foto 3.** Vista de parcela experimental previo a la aplicación de la segunda fracción de urea



**Foto 4.** Aplicación de la segunda fracción de urea en bandas (20 días)



**Foto 5.** Control de malezas



**Foto 6.** Vista de parcelas experimentales previo a la aplicación de la tercera fracción de urea



**Foto 7.** Aplicación de la tercera fracción de urea en bandas (35 días).



**Foto 8.** Limpieza de calles de parcelas experimentales.



**Foto 9.** Midiendo la altura de planta



**Foto 10.** Midiendo la altura de inserción de la mazorca



**Foto 11.** Tomando resultados de parcelas experimentales



**Foto 12.** Midiendo el diámetro de mazorca



**Foto 13.** Midiendo la longitud de mazorcas



**Foto 14.** Peso de granos de la mazorca



**Foto 15.** Peso de la tusa



**Foto 16.** Mazorcas tomadas al azar de cada parcela experimental



**Foto 17.** Cosecha de parcelas experimentales