



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

Proyecto de Investigación previo  
a la obtención del título de  
Ingeniero Agrónomo.

**TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:**

“Evaluación de los diferentes niveles de fertilización con NPK en el cultivo  
de maíz (*Zea mays*) sembrado en condiciones de secano en la zona de  
Ventanas”

**AUTOR:**

José Fabián Aguilar Litardo

**DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:**

Ing. Ramiro Gaibor Fernández M. Sc.

**Quevedo – Los Ríos - Ecuador.**

**2019**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS**

Yo, **JOSÉ FABIÁN AGUILAR LITARDO** declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, y por la normatividad institucional vigente.

---

**José Fabián Aguilar Litardo**

**C.I.: 1207574193**

# **CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

El suscrito, **Ing. Ramiro Gaibor Fernández M. Sc**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado José Fabián Aguilar Litardo, realizó el proyecto de investigación titulado “**Evaluación de los diferentes niveles de fertilización con NPK en el cultivo de maíz (*Zea mays*) sembrado en condiciones de secano en la zona de Ventanas**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo bajo mi dirección, habiendo cumplido con todas las disposiciones reglamentarias establecidas.

---

**Ing. Ramiro Gaibor Fernández M. Sc**  
**DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

# REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO



## Urkund Analysis Result

Analysed Document: PROY. INV. FABIAN AGUILAR 28.10.19.docx (D57821939)  
Submitted: 10/28/2019 6:07:00 PM  
Submitted By: rgaibor@uteq.edu.ec  
Significance: 5 %

### Sources included in the report:

tesis narrada 2014.docx (D10474172)  
JARA MORAN ALEX GUSTAVO.docx (D48102534)  
FINAL DE TESIS ARTEAGA.docx (D13541380)  
luis tesis.docx (D33420445)  
VELÁSQUEZ ALVARES JUAN FRANCISCO.doc (D29401718)  
TESIS DE HOLGUIN PASRA EL URKUND.docx (D48924115)  
TESIS DE GRADO BYRON PALMA PONCE.docx (D13029992)  
[https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/20816/79301\\_3863.pdf?  
sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/20816/79301_3863.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

### Instances where selected sources appear:

14

---

**Ing. Ramiro Gaibor Fernández M. Sc.**  
**DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



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

**TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:**

**“Evaluación de los diferentes niveles de fertilización con NPK en el cultivo de maíz  
(*Zea mays*) sembrado en condiciones de secano en la zona de Ventanas”**

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

**Aprobado por:**

---

Ing. Daniel Vera M. Sc.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Agrop. David Campi Ortiz M. Sc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Freddy Sabando M. Sc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**Quevedo - Los Ríos - Ecuador**

**2019**

## **AGRADECIMIENTO**

Como autor de la presente investigación quiero agradecer de manera muy especial a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, que me acogió como estudiante y forjó mis conocimientos.

No existe cantidad suficiente de hojas para agradecer a cada una de las personas que me ayudaron en la realización de este trabajo y a lo largo de mi carrera, sin embargo merecen un reconocimiento especial mi madre y abuela quien con su esfuerzo lograron que pueda culminar mi carrera y se convirtieron en inspiración para continuar en aquellos momentos que parecía imposible.

De igual manera quiero agradecer a mi director de tesis el Ingeniero Ramiro Gaibor Fernández quien se hizo presente con muchos consejos y recomendaciones para que este trabajo pueda culminar de manera exitosa.

De manera especial quiero agradecer al Ingeniero Leonardo Matute quien a más de ser un excelente docente se convirtió en un excelente amigo y fue pilar fundamental en mi carrera profesional.

Quiero mencionar y a su vez expresarle mis más sinceros agradecimientos a los Ingenieros Daniel Vera, David Campi, Freddy Sabando, al Economista Flavio Ramos y a cada uno de los docentes que compartieron sus conocimientos y tuve el privilegio de compartir un aula de clases para enriquecerme con sus enseñanzas y forjarme como profesional.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios. A mi madre Lennis Litardo y abuela Bélgica Portilla (+) quienes han sido parte fundamental dentro de mi formación como profesional, apoyo incondicional en todo momento para que este objetivo pueda realizarse. Son ellas quienes con su apoyo económico y emocional me ayudaron a no renunciar a mitad de camino y me empujaron con sus consejos para llegar hasta el final de la meta establecida.

A mi hija quien es y será motor principal para cumplir cada una de las metas establecidas a lo largo de mi vida.

Finalmente quiero agradecer a cada una de esas personas, familiares y amigos que se hicieron presentes con su apoyo en los momentos más difíciles y me extendieron su mano para poder culminar con mis estudios.

## RESUMEN

La aplicación de fertilizantes es una actividad indispensable en el proceso productivo del maíz, debido a que la demanda de nutrientes es elevada y el suelo tiende a presentar desniveles nutricionales impidiendo de esta manera que las plantas tengan a disposición los requerimientos necesarios para su desarrollo, limitando el cumplimiento de las funciones fisiológicas requeridas, traduciéndose a cosechas deficientes y por consiguiente menor ingreso económico. El presente Proyecto de Investigación tuvo como objetivo general evaluar los efectos de los diferentes niveles de fertilización con NPK en el cultivo de maíz (*Zea mays*) sembrado en condiciones de secano en la zona de Ventanas con la finalidad de valorar la respuesta del cultivo ante las aplicaciones de NPK, en donde se procedió a la evaluación de parámetros de desarrollo y productividad mediante la adición de fertilizantes entre los que se utilizaron Urea, DAP y Muriato de Potasio, estableciendo diferentes niveles de fertilización que correspondían a distintas dosis de nitrógeno, fósforo y potasio, incluyendo un tratamiento al que no se le adicionó ningún tipo de fertilizante. Se utilizó el diseño de bloques completos al azar y para la obtención de diferencias entre los promedios obtenidos se aplicó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. Se evaluaron variables como la altura de la planta a los 15, 30 y 60 días, altura de la inserción de la mazorca, días a la floración masculina y femenina, índice del área foliar, número de plantas y mazorcas cosechadas, peso de 1000 granos y rendimiento en  $\text{kg ha}^{-1}$ . Hay que destacar que la adición de fertilizantes resultó en la obtención de plantas de mayor tamaño en todos los períodos de evaluación registrando plantas de 251.00 cm a los 60 días de evaluación y presentando mazorcas de 16.72 cm y 188.67 g del peso de la mazorca en aquellos tratamientos donde se aplicó una fertilización completa, además de alcanzar el mejor rendimiento mediante la aplicación de 160 N, 60 P y 90 K con  $10392.23 \text{ kg ha}^{-1}$  obteniendo así la mejor relación Beneficio/Costo con 1.96 y rentabilidad de 96.48 %.

**Palabras claves:** fertilización, maíz, NPK.

## SUMMARY

The application of fertilizers is an indispensable activity in the corn production process, due to the demand for nutrients is high and the soil affected to present nutritional unevenness preventing in this way that the plants have a provision the necessary requirements for their development limiting compliance with the physiological functions required resulting in poor harvests and lower economic income. The present Research Project had as a general objective to evaluate the effects of the different levels of fertilization with NPK, in the corn crop (*Zea mays*) planted under rainfed conditions in the Ventanas area in order to assess the response of the crop to NPK applications, where we proceeded to evaluate the parameters of development and productivity were evaluated by adding fertilizers among which Urea, DAP and Potassium Muriate were used, establishing different levels of fertilization that corresponded to different doses of nitrogen, phosphorus and potassium, including a treatment to which no any type of fertilizer was added. The randomized complete block design was used and to obtain differences between the averages obtained, the Tukey test was applied at a 95% probability. Variables such as plant height at 15, 30 and 60 days, ear insertion height, male and female flowering days, leaf area index, number of plants and ears harvested, weight of 1000 grains were evaluated and yield in  $\text{kg ha}^{-1}$ . It should be noted that the addition of fertilizers resulted in obtaining larger plants in all evaluation periods by registering 251.00 cm plants at 60 days of evaluation and presenting 16.72 cm and 188.67 g cobs of the ear weight in those treatments where a complete fertilization was applied, in addition to achieving the best performance by applying 160 N, 60 P and 90 K with 10392.23  $\text{kg ha}^{-1}$  thus obtaining the best Benefit/Cost ratio with 1.96 and profitability of 96.48%.

**Keywords:** fertilization, corn, NPK.

# ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS .....	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN.....	viii
SUMMARY .....	ix
CÓDIGO DUBLÍN .....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

## **CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

1.1. Problema de la investigación.....	4
1.1.1. Planteamiento del problema .....	4
1.1.2. Formulación del problema.....	4
1.1.3. Sistematización del problema.....	4
1.2. Objetivo general .....	5
1.2.1. Objetivos específicos.....	5
1.3. Justificación.....	6

## **CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

2.1. Marco teórico .....	8
2.1.1. El cultivo de maíz.....	8
2.1.2. Nutrición de la planta .....	9
2.2. Fertilización del maíz .....	10
2.2.1. Nitrógeno.....	10
2.2.2. Fósforo.....	11
2.2.3. Potasio .....	12
2.3. Factores limitantes de la producción .....	13
2.3.1. Problemas por enfermedades.....	14
2.3.2. Problemas por insectos plagas.....	15

### **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1.	Localización del experimento .....	17
3.2.	Características agroclimáticas del sitio experimental .....	17
3.3.	Materiales y equipo .....	18
3.3.1.	Material experimental.....	18
3.3.2.	Materiales de campo.....	19
3.4.	Factores de Estudio .....	19
3.5.	Tratamiento en estudio .....	19
3.6.	Diseños de la investigación .....	20
3.7.	Esquema del Análisis de Varianza .....	20
3.8.	Características de la unidad experimental .....	21
3.9.	Manejo del experimento .....	21
3.9.1.	Preparación del suelo.....	21
3.9.2.	Tratamiento a la semilla .....	21
3.9.3.	Siembra.....	22
3.9.4.	Aplicación de fertilizantes.....	22
3.9.5.	Control de malezas .....	22
3.9.6.	Control fitosanitario .....	23
3.9.7.	Cosecha .....	23
3.10.	VARIABLES A EVALUAR .....	23
3.10.1.	Altura de la planta .....	23
3.10.2.	Días a la floración masculina y femenina .....	23
3.10.3.	Altura de inserción de la mazorca .....	24
3.10.4.	Índice de área foliar.....	24
3.10.5.	Número de plantas y mazorcas cosechadas.....	24
3.10.7.	Peso de 1000 granos (g) .....	24
3.10.8.	Rendimiento de grano kg ha <sup>-1</sup> .....	25
3.10.9.	Análisis económico .....	25

### **CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1.	Resultados .....	27
4.1.1.	Altura de la planta a los 15, 30 y 60 días después de la siembra .....	27
4.1.2.	Altura de la inserción de la mazorca .....	28
4.1.3.	Días a la floración femenina y masculina .....	29

4.1.4.	Índice de área foliar .....	30
4.1.5.	Número de plantas y mazorcas cosechadas.....	31
4.1.6.	Longitud y peso de mazorca.....	32
4.1.7.	Peso de 1000 semillas.....	33
4.1.8.	Peso de parcela y rendimiento de grano en kg ha <sup>-1</sup> .....	34
4.1.9.	Análisis económico .....	35
4.2.	Discusión.....	36

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1.	Conclusiones .....	39
5.2.	Recomendaciones.....	40

## **CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA**

6.1.	Bibliografía.....	42
------	-------------------	----

## **CAPÍTULO VII. ANEXOS**

7.1.	Análisis de Varianza de las variables evaluadas .....	49
7.2.	Costos fijos del análisis económico de la investigación.....	53
7.3.	Fotos del desarrollo de la investigación .....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características agroclimáticas de la zona experimental. ....	17
<b>Tabla 2.</b> Características físico - químicas del suelo en el sitio experimental. ....	17
<b>Tabla 3.</b> Características agronómicas del híbrido a utilizarse. ....	18
<b>Tabla 4.</b> Tratamientos para la fertilización del maíz en el experimento.....	19
<b>Tabla 5.</b> Fraccionamiento de la aplicación de los fertilizantes en kg ha <sup>-1</sup> . ....	20
<b>Tabla 6.</b> Esquema del análisis de varianza. ....	20
<b>Tabla 7.</b> Altura de la planta a los 15, 30 y 60 días después de la siembra en la aplicación de diferentes niveles de fertilización en el cultivo de maíz, 2019.....	27
<b>Tabla 8.</b> Altura de la inserción de la mazorca en la aplicación de diferentes niveles de fertilización en el cultivo de maíz, 2019.....	28
<b>Tabla 9.</b> Días a la floración femenina y masculina en la aplicación de diferentes niveles de fertilización en el cultivo de maíz, 2019.....	29
<b>Tabla 10.</b> Índice de área foliar en la aplicación de diferentes niveles de fertilización en el cultivo de maíz, 2019.....	30
<b>Tabla 11.</b> Número de plantas a la cosecha y número de mazorcas cosechadas en la aplicación de diferentes niveles de fertilización en el cultivo de maíz, 2019. ....	31
<b>Tabla 12.</b> Longitud de mazorca y peso de mazorca en la aplicación de diferentes niveles de fertilización en el cultivo de maíz, 2019.....	32
<b>Tabla 13.</b> Peso de 1000 semillas en la aplicación de diferentes niveles de fertilización en el cultivo de maíz, 2019. ....	33
<b>Tabla 14.</b> Peso de parcela y rendimiento de grano kg ha <sup>-1</sup> en la aplicación de diferentes niveles de fertilización en el cultivo de maíz, 2019.....	34
<b>Tabla 15.</b> Análisis económico en la aplicación de diferentes niveles de fertilización en el cultivo de maíz, 2019.....	35
<b>Tabla 16.</b> Análisis de varianza a los 15 días después de la siembra. ....	49
<b>Tabla 17.</b> Análisis de varianza a los 30 días después de la siembra. ....	49
<b>Tabla 18.</b> Análisis de varianza a los 60 días después de la siembra. ....	49
<b>Tabla 19.</b> Análisis de varianza de la altura de la inserción de la mazorca. ....	49
<b>Tabla 20.</b> Análisis de varianza de la altura de la planta a la cosecha. ....	50
<b>Tabla 21.</b> Análisis de varianza de los días a la floración femenina. ....	50
<b>Tabla 22.</b> Análisis de Varianza en la floración masculina.....	50

<b>Tabla 23.</b> Análisis de Varianza en el número de plantas cosechadas.....	50
<b>Tabla 24.</b> Análisis de Varianza del número de mazorcas cosechadas.....	51
<b>Tabla 25.</b> Análisis de Varianza en la longitud de la mazorca.....	51
<b>Tabla 26.</b> Análisis de Varianza del peso de la mazorca. ....	51
<b>Tabla 27.</b> Análisis de Varianza en el peso de 1000 semillas.....	51
<b>Tabla 28.</b> Análisis de Varianza en el peso de parcela. ....	52
<b>Tabla 29.</b> Análisis de Varianza en la estimación del rendimiento.....	52
<b>Tabla 30.</b> Costos fijos inmersos en el proceso de la investigación.....	53

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.</b> Siembra de las parcelas.....	54
<b>Ilustración 2.</b> Fertilización de parcelas a los 30 días.....	54
<b>Ilustración 3.</b> Fertilización de parcelas a los 45 días.....	55
<b>Ilustración 4.</b> Registro de la altura de la planta.....	55
<b>Ilustración 5.</b> Registro de la altura de la planta al momento de la cosecha. ....	56
<b>Ilustración 6.</b> Registro de la longitud de la mazorca.....	56
<b>Ilustración 7.</b> Registro del peso de la mazorca .....	57

## CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“Evaluación de los diferentes niveles de fertilización con NPK en el cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> ) sembrado en condiciones de secano en la zona de Ventanas”		
Autor:	José Fabián Aguilar Litardo		
Palabras clave:	Fertilización	Maíz	NPK
Fecha de publicación:			
Editorial:			
Resumen:	<p>La aplicación de fertilizantes es una actividad indispensable en el proceso productivo del maíz, debido a que la demanda de nutrientes es elevada y el suelo tiende a presentar desniveles nutricionales impidiendo de esta manera que las plantas tengan a disposición los requerimientos necesarios para su desarrollo limitando el cumplimiento de las funciones fisiológicas requeridas traduciéndose a cosechas deficientes y por consiguiente menor ingreso económico. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general evaluar los efectos de los diferentes niveles de fertilización con NPK en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) sembrado en condiciones de secano en la zona de Ventanas con la finalidad de valorar la respuesta del cultivo ante las aplicaciones de NPK, en donde se procedió a la evaluación de parámetros de desarrollo y productividad mediante la adición de fertilizantes entre los que se utilizaron Urea, DAP y Muriato de Potasio, estableciendo diferentes niveles de fertilización que correspondían a distintas dosis de nitrógeno, fósforo y potasio, incluyendo un tratamiento al que no se le adicionó ningún tipo de fertilizante. Se utilizó el diseño de bloques completos al azar y para la obtención de diferencias entre los promedios obtenidos se aplicó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. Se evaluaron variables como la altura de la planta a los 15, 30 y 60 días, altura de la inserción de la mazorca, días a la floración masculina y femenina, índice del área foliar, número de plantas y mazorcas cosechadas, peso de 1000 granos y rendimiento en kg ha<sup>-1</sup>. Hay que destacar que la adición de fertilizantes resultó en la obtención de plantas de mayor tamaño en todos los períodos de evaluación registrando plantas de 251.00 cm a los 60 días de evaluación y presentando mazorcas de 16.72 cm y 188.67 g del peso de la mazorca en aquellos tratamientos donde se aplicó una fertilización completa, además de alcanzar el mejor rendimiento mediante la aplicación de 160 N, 60 P y 90 K con 10392.23 kg ha<sup>-1</sup> obteniendo así la mejor relación Beneficio/Costo con 1.96 y rentabilidad de 96.48 %.</p>		
Descripción:	72 Hojas : dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162		
URL:			

# INTRODUCCIÓN

La evaluación en el desarrollo de las plantas en relación a la cantidad de fertilizantes utilizados es una de las medidas optadas en el presente proyecto de investigación debido a la existencia de deficiencias nutricionales en el suelo que limitan el correcto crecimiento de las mismas, hay que tener en cuenta que a nivel mundial se reconoce al cultivo de maíz como una de las gramíneas de mayor producción y consumo. De acuerdo a los datos compartidos por Nepamuceno y Hernández, (2018), indican que el maíz producido en el año 2016/2017 alcanzó la mayor producción determinando un incremento del 6.9 % con respecto a la producción obtenida el año anterior, teniendo en cuenta que el 76 % de ésta producción se concentró en los países de Brasil, Estados Unidos, Argentina y Ucrania.

En nuestro país es considerado un importante cultivo de ciclo corto que se produce durante todo el año en el litoral ecuatoriano, donde para la época de lluvias se concentra el mayor número de producción de esta gramínea. Según el INEC (2016), la mayor proporción del cultivo de maíz se encuentra en la zona de Los Ríos con 41.13 % de la participación de la superficie sembrada en el 2016 con una producción de 437 mil Tm y a nivel Nacional existe una superficie de 306,095 hectáreas cosechadas. Además, es considerado por los agricultores como una evidente forma de fuente de trabajo e ingresos lo que ha permitido utilizar cada vez mejores técnicas que conlleven a una obtención de rendimientos superiores. Según Villao (2018), en Ecuador existen aproximadamente entre 270 mil a 360 mil hectáreas destinadas a la producción de maíz amarillo duro y seco, posicionándose como el principal sustento y fuente de trabajo para muchos productores maiceros.

En la zona de Ventanas ubicación de desarrollo del presente proyecto, el sistema de monocultivo del maíz es una de las prácticas de siembra más utilizadas, que conlleva a la obtención de grandes cantidades del cereal por unidad de superficie; no obstante, la desventaja de emplear éste sistema ocasiona el desgaste de los nutrientes del suelo, erosionándolo e incluso ocasionando la pérdida de la diversidad de los sistemas naturales que se encuentren, por lo tanto el alto requerimiento de nutrientes indica a la indispensable necesidad en la adición de fertilizantes para abastecer de estas demandas, por lo que se establecieron diferentes tratamientos con niveles de fertilización de NPK y de esta forma evaluar la respuesta de las plantas en el crecimiento y productividad.

Es importante tener en cuenta que Según Contreras, Zini y Currie (2004), el desbalance en la fertilidad del suelo es un acontecimiento general para los productores ventanenses, por lo tanto al desconocer la nutrición del suelo en el que practican agricultura, efectúan aplicaciones de fertilizantes incorrectas y hasta innecesarias que de una u otra forma logran afectar el correcto desarrollo de la planta y la obtención de rendimientos aceptables, generando gastos innecesarios que elevan los costos de producción del maíz.

Como se mencionó anteriormente en el presente proyecto se ha considerado la evaluación de diferentes parámetros de desarrollo y productivos del maíz que han sido sometidos a distintos niveles de fertilización. No obstante, hay que recalcar que la aplicación innecesaria de fertilizantes en el cultivo genera afecciones a la planta que limitan el desempeño o la absorción de otro nutriente de importancia en el desarrollo, situaciones que se lograrían evitar al conocer los requerimientos nutricionales de la planta y la fertilidad del suelo y de esta forma realizar una aplicación consiente de fertilizantes, objeto primordial de éste proyecto de investigación en el que se detallan resultados favorables en el crecimiento, producción y rentabilidad al realizar una aplicación completa de fertilizantes al cultivo de maíz.

**CAPÍTULO I**  
**CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Problema de la investigación**

### **1.1.1. Planteamiento del problema**

La deficiencia nutricional del suelo es un acontecimiento que va en crecimiento anualmente, la aplicación de sistema de monocultivo de maíz ha originado la erosión de los suelo de la zona, ya que éstas grandes extensiones requieren de abundantes cantidades de nutrimentos del suelo que al no estar en cantidades requeridas por las plantas perjudican el bienestar del mismo, e incluso incidiendo en la acidificación del suelo situación que ha ido en aumento en los últimos años, la incorrecta nutrición de la planta ocasiona un proceso deficiente y mayor susceptibilidad al ataque de enfermedades e insectos plagas perjudicando los rendimientos finales.

El desconocimiento del productor sobre el estado nutricional del suelo es una causa imperativa en las irregularidades para la aplicación de fertilizantes, ya que en su mayoría solo realizan aplicaciones de urea debido a los precios y facilidades de adquisición de éste producto, en su mayoría ignorando los otros elementos de necesidad para el desarrollo vegetativo de la planta y peso de la mazorca, e incluso el desconocimiento de las formas y tiempos correctos para incorporarlos en la plantación ocasionaría perjuicios al suelo si no se efectúa un control regular de estas actividades.

### **1.1.2. Formulación del problema**

¿Qué ocasionaría la aplicación de fertilizantes en diferentes niveles al cultivo de maíz?

### **1.1.3. Sistematización del problema**

¿Influirán los niveles de fertilización propuestos en el desarrollo de la planta de maíz del híbrido Emblema 777?

¿Logrará potencializar los rendimientos esperados, los niveles de fertilización para el cultivo de maíz Emblema 777?

## **1.2. Objetivo general**

Evaluar los efectos de los diferentes niveles de fertilización con NPK en el cultivo de maíz (*Zea mays*) sembrado en condiciones de secano en la zona de Ventanas.

### **1.2.1. Objetivos específicos**

- Evaluar la respuesta agronómica del maíz de acuerdo a los tratamientos aplicados.
- Comparar los efectos incurridos en los diferentes niveles de aplicación de fertilizantes, en relación con los rendimientos obtenidos.
- Realizar el análisis económico en función del rendimiento para la obtención de la relación B/C de los tratamientos aplicados.

### **1.3. Justificación**

El cultivo de maíz es una de las gramíneas de importancia en la provincia de Los Ríos, ya que cubre la proporción mayor de la superficie cultivada a nivel Nacional considerándose como uno de los principales medios que generan ingresos para muchos agricultores dedicados a la producción de ésta gramínea además se enmarca como un referente en el sector agroindustrial en la elaboración de balanceados para la alimentación animal especialmente la industria avícola y porcina, así como también en la producción de harinas para los consumidores. Cada año el lanzamiento de nuevos materiales buscan cada vez superar los rendimientos, no obstante, la aplicación de fertilizantes se ha convertido en un medio que asegura una buena producción e incluso un desarrollo eficiente y correcto de la planta.

Por lo tanto, en la presente investigación se ha considerado a la fertilización del maíz como una de las principales actividades que requieren de una constante y minuciosa evaluación que permitan optimizar mayormente los recursos utilizados para ejecutar esta labor que es indispensable en la obtención de cosechas rentables, efectuada generalmente entre dos a tres ocasiones dependiendo de los recursos económicos del productor maicero, destacando que es una actividad de relevante importancia ya que es el medio por el cual la planta adquiere de todos los nutrientes esenciales para cumplir con las funciones fisiológicas requeridas en el desarrollo de la planta y lograr una producción de calidad. Hay que considerar que al no aplicar cantidades innecesarias de fertilizantes no existirían perjuicios en el bienestar económico del productor maicero incluido a esto la protección del suelo a tendencias posibles de acidificación situación que en la actualidad está generando muchos problemas en el sector agrícola.

Cabe indicar que la información propuesta en esta investigación sirva de relevante orientación para los productores maiceros para quienes fue escrita principalmente y puedan obtener la información necesaria mediante programas de extensión, capacitando a los productores sobre el manejo del suelo y se realice una mejor gestión de los recursos agrícolas además sirva de estímulo para futuras investigaciones experimentales sobre el buen uso de fertilizantes.

**CAPÍTULO II**  
**FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1. Marco teórico**

### **2.1.1. El cultivo de maíz**

El cultivo maíz radica como fundamento primordial para la alimentación humana y también para los animales, además de utilizarse en diferentes medios industriales como ejemplo en la industria textil, fabricación de papel, productos cosméticos, adhesivos, materiales de envasado, entre otros. Siendo de esta manera un producto esencial para la economía de una población dependiente de un sin número de familias y productores rurales (Moreira, Veintimilla, Molina, y Chávez, 2018).

Hay que destacar que nuestro país es reconocido por la alta biodiversidad que existe, además de ser también un país de importante agro biodiversidad, a pesar de no ser el centro de origen del cultivo, por otra parte el maíz suave es cultivado para el autoconsumo mientras que el maíz de tipo amarillo duro se destina en la agroindustria (Bravo y León, 2013).

El cultivo de maíz se considera entre los más importantes del país al ser utilizado en muchas ocasiones de manera prioritaria en diferentes planes de investigación, desarrollo y fomento productivo del gobierno. Además, los últimos cinco años se ha observado incrementos tanto en la producción como en el rendimiento del grano de tipo amarillo duro el cual se cultiva mayormente en la región litoral o costa del país registrando un rendimiento promedio a nivel nacional de 3,68 a 5,63 toneladas considerando una superficie de 329 652 ha en el año 2016 (Villavicencio, Yáñez, y Zambrano, 2017).

La superficie sembrada en el periodo 2017 según datos del SIPA Sistema de Información Publica Agropecuaria, (2018), fue de 262 351 hectáreas distribuidas es las provincias de Manabí, Los Ríos, Loja, Guayas, Santa Elena y El Oro presentando una participación en la producción nacional del 36.42, 35.10, 13.36, 12.97, 1.28 y 0.86 % respectivamente provenientes de las 1 474 048 toneladas del ciclo productivo del 2017.

Hay que añadir que el maíz, junto con el arroz y el trigo logran constituir entre los cereales de mayor importancia a nivel nacional, tanto por el consumo humano, como por su uso en la agroindustria, tal como se lo ha mencionado anteriormente (Silva y Salazar, 1994).

Entre otros detalles se debe considerar que el maíz en el Ecuador se ha venido cultivando en todo el país tan solo excluyendo a los páramos y sub páramos los que sobrepasan los 3.000 metros de altitud ya que el tipo de maíz que cultivan en esa zona es diferente al de la zona litoral considerando variedades de maíz de tipo suave, blanco, morocho entre otros, con siembras que se concentran en la región sierra en las provincias de Loja, Azuay y Pichincha; y en menor proporción en Bolívar, Chimborazo, Tungurahua e Imbabura, y en la Costa en las provincias de Manabí, seguidas de Esmeraldas, Los Ríos y Guayas (Contreras, 2017).

El rendimiento nacional del cultivo de maíz duro seco (13% de humedad y 1% de impureza) para el ciclo de invierno 2017 fue de 5.51 toneladas por hectárea. Este rendimiento promedio fue inferior en 1% con respecto al mismo ciclo del año 2016. Por otra parte, la provincia que superó el promedio nacional fue El Oro, con 7.63 toneladas por hectárea y la de menor productividad fue Guayas con 4.50 toneladas por hectárea. La provincia de Los Ríos registro un promedio de 4.82 toneladas por hectárea (Castro, 2017).

Entre los factores productivos que caracterizaron la producción en este ciclo son las siguientes: las semillas más utilizadas por los agricultores fueron Dekalb 7088 (17%), Trueno NB 7443 (16%) y Somma 105 (14%), con un promedio de rendimiento de 5.30; 4.91; 5.32 toneladas por hectárea, respectivamente. Además, la densidad promedio sembrada fue de 48,918 plantas por hectárea; valor que se obtuvo en promedio de 17 kilogramos de semilla por hectárea. La utilización de semilla certificada fue del 89% y el acceso al riego fue del 15% (Castro, 2017).

### **2.1.2. Nutrición de la planta**

La nutrición vegetal se define como aquel proceso que permite a las plantas interceptar y absorber los minerales esenciales que necesita cumplir funciones relacionadas a su crecimiento y desarrollo, las plantas absorben del suelo diferentes elementos nutritivos en proporciones específicas que resultan importantes para que estas proporciones se mantengan balanceadas y de esta forma facilitar su absorción, de acuerdo a la intensidad de la demanda, los nutrientes requeridos por la planta se clasifican en macro elementos los mismos que son: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K); y por otra parte los elementos secundarios los que son calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S); y los micro elementos: manganeso (Mn), cobre

(Cu), zinc (Zn), hierro (Fe), molibdeno (Mo) y boro (B). Sin embargo, aunque las necesidades de cada elemento difieran en cantidad de requerimiento para la planta todos son igualmente esenciales para el metabolismo y desarrollo de las plantas (Rojas, 2012).

Las plantas requieren de elevadas cantidades de nutrimentos, en donde, la mayoría de los cultivos requieren de mayores cantidades a las existentes en la disponibilidades del suelo, por lo que es necesario realizar aportaciones cuantiosas entre los que se encuentran primordialmente Nitrógeno, Fosforo y Potasio. En cuanto a los elementos secundarios las plantas los consumen en grandes cantidades, pero, por lo general, hay suficiente disponibilidad en el suelo y no se necesita realizar de regulares aportaciones los mismos que son Calcio, Magnesio y Azufre (Yague, 2002).

## **2.2. Fertilización del maíz**

El rendimiento de maíz está determinado de manera principal directamente con la obtención del número final de granos obtenidos por unidad de superficie el mismo que se relaciona con la tasa de crecimiento de la planta alrededor del período de floración. Por lo tanto, la adecuada disponibilidad de nutrientes originada en el momento en que son requeridos en mayores cantidades, al momento en que aproximadamente la planta presenta de 5 a 6 hojas desarrolladas asegura un buen desarrollo de la planta y crecimiento foliar además de una alta eficiencia de conversión con la radiación interceptada (García, 2010).

Por lo tanto, es importante destacar que la tecnología que son empleadas actualmente en la agricultura denominada de alta producción logra incrementar continuamente los rendimientos de los cultivos y con ello también se eleva directamente la tasa de extracción de nutrientes en el suelo (Pedrol, Castellarín, Ferragitu, y Rosso, 2011).

### **2.2.1. Nitrógeno**

El nitrógeno como principal elemento requerido por las plantas es necesario en la composición de proteínas, componentes celulares y ácidos nucleicos, resultando así esencial para el crecimiento de todos los organismos, por otra parte este elemento para ser utilizado en el crecimiento de las plantas requiere ser reducido y luego fijado en forma de iones de

amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) cuyo proceso por medio los microorganismos reducen el nitrógeno se denomina fijación biológica de nitrógeno, el mismo proceso que logra ser llevado por parte de microorganismos en vida libre o mediante simbiosis con plantas (Mayz, 2004).

Independientemente de la forma como haya sido absorbido, una vez dentro de la planta el N inorgánico tiene que ser asimilado a formas orgánicas comúnmente aminoácidos. El N se incorpora en numerosos compuestos esenciales a la planta, pero la mayoría está presente en las proteínas; no obstante, en el rendimiento y crecimiento del maíz se puede resumir en dos funciones generales en primer lugar el establecimiento y mantenimiento de la capacidad fotosintética y por último en el desarrollo de los sumideros reproductivos (Below, 2002).

El Nitrógeno (N) es el motor del crecimiento de la planta. Suple de uno a cuatro por ciento del extracto seco de la planta. Es absorbido del suelo bajo forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) o de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). En la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar aminoácidos y proteínas (Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2002). Hay también que añadir que la volatilización del amoníaco ( $\text{N-NH}_3$ ) se la reconoce como una de las principales vías de pérdida de nitrógeno desde fertilizantes nitrogenados de manera principal de aquellos que poseen urea en su formulación (Barbieri, Echeverría, Saíenz, & Maringolo, 2010).

Hace falta argumentar lo indispensable que resulta ser el nitrógeno en el crecimiento, fructificación del maíz, conocido por ser un constituyente de tipo proteico del protoplasma vegetal interviniendo también en el metabolismo desarrollo y crecimiento de la planta. Además cabe recalcar que el proceso de absorción del nitrógeno en la planta es de forma intensa y continua hasta que la planta llega a la etapa de floración y decae de manera gradual al encontrarse en la etapa de maduración, teniendo en cuenta a la vez que las deficiencias de nitrógeno ocasionan necrosis y senescencia completa (Martín, 2009).

### **2.2.2. Fósforo**

El ácido fosfórico permite favorecer la función de la fecundación y desarrollo propicio del grano y raíces. Por otra parte, al disminuir las cantidades requeridas de fósforos se reduce la

velocidad de emergencia de los pistilos lo que da origen a fecundaciones irregulares de las mazorcas. Por el cual la absorción de este elemento resulta de vital importancia en las etapas iniciales del cultivo hasta las proximidades de la etapa de floración (Anchundia, 2015).

El fósforo es el segundo elemento de mayor importancia en lo que concierne al crecimiento de las plantas, producción de cultivos, e intervenir en la calidad de los mismos. Se considera como uno de los elementos que mayormente limita la producción agraria, hay que añadir que en el suelo existen diferentes formas químicas del fósforo de forma inorgánica y orgánica, de acuerdo a las estimaciones realizadas se ha calculado que el fósforo aplicado como fertilizante solo se aprovecha del 10 al 20 % en el transcurso del primer año mientras que los siguientes se precipita de las formas de más baja solubilidad (Lozano, *et al*, 2012).

La influencia del nitrógeno sobre la absorción de P es muy clara durante el crecimiento inicial. En algunos casos, hasta 65% del P en la planta proviene del fertilizante fosfórico aplicado temprano en el ciclo del cultivo. El amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) afecta significativamente la disponibilidad y absorción de P. El  $\text{NH}_4^+$  en altas concentraciones reduce las reacciones de fijación de P. De igual manera, la absorción de  $\text{NH}_4^+$  ayuda a mantener una condición ácida en la superficie de la raíz, mejorando de esta forma la absorción de P (IPNI, 1997).

Hay que establecer que de acuerdo a (Prystupa, *et al*, 2004) la baja disponibilidad de fósforo en relación al azufre no ocurren de forma aislada, por el contrario logran combinarse en diferentes aspectos. Hay que enfatizar que la aplicación balanceada de fertilizantes, en los que se añada los elementos N, P y S resultan esenciales en lo que respecta a la optimización de los rendimientos además de mejorar la eficiencia de aquellos nutrientes que proviene del suelo así como del fertilizante. Además el uso correcto en la adopción de mejores prácticas de manejo en el uso de fertilizantes permite elevar y estabilizar los rendimientos promoviendo la sustentabilidad agraria (Ciampitti, Boxler, & García, 2014).

### **2.2.3. Potasio**

El potasio es el tercer elemento nutritivo de manera esencial en los organismos vegetales es reconocido como un elemento de gran movilidad, además crea presencia al activar relevantes reacciones enzimáticas. Este elemento fomenta en gran parte la actividad fotosintética

además de acelerar el flujo de productos asimilados mejorando de esta forma la translocación de productos favoreciendo a los sistemas de proteínas, además de activar la fijación de nitrógeno atmosférico y a su vez mejora la efectividad en el consumo de agua. Cuando existe deficiencia de K, la fotosíntesis se reduce y la respiración de la planta se incrementa. Estas dos condiciones presentes cuando hay deficiencia de K reducen la acumulación de carbohidratos, con consecuencias adversas en el crecimiento y producción de la planta (Murillo, 2011).

Entre los elementos que también son de vital necesidad para la planta de maíz se encuentra el magnesio cuya actividad intervienen en diferentes funciones de la planta, entre los procesos metabólicos y reacciones en las cuales interviene son la fotofosforilación (formación de ATP en los cloroplastos), la fijación fotosintética del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), síntesis de proteínas, en la formación de clorofila, permite el recargo del floema, además de la partición y asimilación de los productos de la fotosíntesis y también de la fotooxidación de los tejidos de las hojas. Por lo tanto es importante recalcar que los procesos fisiológicos y bioquímicos son de importancia crítica para la planta y logra alterarse al existir deficiencia de este elemento perjudicando directamente al crecimiento y consecuentemente el rendimiento (Cakmak y Yazici, 2010).

Por lo tanto la fertilización en razón de los contenidos de fósforo y potasio dependerá en primera estancia a los contenidos del suelo, en el caso de una deficiencia de fósforo la planta retardaría su maduración y limitaría el desarrollo de raíces.

Por otra parte al verse una deficiencia de potasio puede resultar en una reducción de la raíz y por consiguiente las mazorcas no se llenarían completamente, además de producir acame. Una cosecha de maíz logra extraer del suelo aproximadamente de 179 y 67 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno y fósforo respectivamente. Estableciendo que para el caso de los fertilizantes de tipo nitrogenados el maíz representa una alta demanda para este caso (Martín, 2009).

### **2.3. Factores limitantes de la producción**

Los principales problemas que enfrentan los productores maiceros en el caso del ciclo 2017, fueron principalmente las plagas, específicamente ataques por el gusano cogollero y la

enfermedad conocida como pudrición de mazorca. El exceso de humedad también afectó al rendimiento en las provincias de Guayas y Los Ríos, comparado con el mismo ciclo del año 2016 (Castro, 2017).

Es importante recalcar que los nutrientes presentes en el suelo se los hay de diferentes formas que depende mucho de la variación en sus niveles de disponibilidad, tal es el caso que en gran parte se los logra encontrar en la solución del suelo o inmediatamente disponibles pero en pequeñas cantidades, por otra parte se los puede encontrar de forma intercambiable es decir rápidamente disponible y en cantidades elevadas, e incluso también dentro de aquellas estructura cristalina de las arcillas lo que quiere decir de tipo lento o muy lentamente disponible (Sumner, 2000).

Se debe enfatizar además que el crecimiento vegetativo además de la necesaria suplementación de nutrientes en el cultivo de maíz varía de forma gradual entre tipos de suelos y espacios de desarrollo, además de las épocas del año y años de producción, debido primordialmente a las condiciones que presente de crecimiento y el manejo del cultivo que se aplique, junto a esto las diferencias existentes en el suelo. Es importante determinar las necesidades óptimas del cultivo con el fin de establecer una estimación de los nutrientes con la finalidad de obtener altos rendimientos (Parra, Valverde, y Alvarado, 2010).

### **2.3.1. Problemas por enfermedades**

Durante los últimos años en las zonas maiceras del Litoral ecuatoriano se han incrementado las enfermedades, en parte por el desconocimiento del agricultor sobre los patógenos (hongos, bacterias y virus), llevando a que los organismos, considerados secundarios, se vuelvan causantes de importantes pérdidas en la producción maicera (Mayorga, *et al*, 2017).

La enfermedad de mayor incidencia fue la pudrición de mazorca. Este problema causó malestar al 8% de los productores. El daño de esta enfermedad es causado por hongos del género *Fusarium*, el cual es un patógeno capaz de colonizar y causar daño en todas las etapas del cultivo y puede sobrevivir amplios periodos en residuos vegetales; en semillas puede invadir y causar manchas en el exterior, reduciendo la tasa de germinación por la muerte de embrión (Castro, 2017).

### 2.3.2. Problemas por insectos plagas

De acuerdo a la respuesta sobre los factores que afectan a la fisiología de la planta en este caso dado por la fertilización puede directamente incidir sobre la resistencias hacía los insectos plagas, cabe indicar que la respuesta de las planta ante los fertilizantes puede estar relacionado a la tasa de crecimiento, madurez acelerada o retardada también a al tamaño de diversas partes en la planta o debilidad en la cutícula influye también en el buen progreso que obtengan las plagas al utilizar la planta hospedera. Por lo tanto el manejo de la fertilidad del suelo influye en la calidad de las plantas las que a su vez afectan la presencia o abundancia de los insectos plagas y por consiguiente los niveles de daños, lo que indica que la aplicación de enmiendas ya sean orgánicas o minerales lograrías influir sobre la colocación de huevos, tasa de crecimiento, supervivencia, reproducción de insectos que usan de plantas hospederas (Nicholls y Altieri, 2008).

El cultivo del maíz a pesar del gran crecimiento que registro en su producción alcanzada en los últimos años, no ha escapado al cultivo a ser vulnerable al ataque de plagas lo cual genera la perdida de cientos de hectáreas, en el periodo productivo del 2016, se perdió una superficie de alrededor de 47 000 hectáreas por el ataque de insectos plagas, situándolo como el factor de mayor limitación en la producción de ese periodo productivo. La plaga que más afectó a la producción de maíz en el invierno 2017 fue el gusano cogollero (*Spodoptera Frugiperda*), donde, el 81% de los productores manifestaron haber sido atacados por este problema, cuando afecta a plantas jóvenes los daños pueden ser totales (Castro, 2017).

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Localización del experimento

El presente proyecto investigativo fue realizado en el cantón Ventanas, ubicada geográficamente en la Longitud Occidental de 79° 32' 24'' y Latitud Sur de 1° 05' 18'', a una altura de 108 msnm presentando una topografía plana.

### 3.2. Características agroclimáticas del sitio experimental

El experimento fue desarrollado en una zona con clima tropical húmedo las características agroclimáticas del lugar se detallan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Características agroclimáticas de la zona experimental.

Detalles	Valor medio
Altitud	80 msnm
Temperatura	24 °C
Humedad relativa	80 %
Heliofanía	912 horas sol año <sup>-1</sup>
Precipitación	2115.9 mm
Topografía	Irregular

**Fuente:** Anuarios meteorológicos del INAMHI, (2017).

**Tabla 2.** Características físico - químicas del suelo en el sitio experimental.

Detalles	Valores
Textura	Franco Arcilloso
pH	7.2
M.O.	3.0 %
NH <sub>4</sub>	29 ppm (M)
P	60 ppm (A)
K	0.60 meq/100 ml (A)

**Fuente:** Análisis de Suelo. Departamento de Suelos y Agua. INIAP, (2019).

### 3.3. Materiales y equipo

#### 3.3.1. Material experimental

- Híbrido de maíz  
Emblema 777
- Fertilizantes  
Urea  
Muriato  
Superfosfato Triple

A continuación en la Tabla 3, se presentan las características agronómicas del híbrido a utilizarse en el experimento.

**Tabla 3.** Características agronómicas del híbrido a utilizarse.

<b>Característica</b>	<b>EMBLEMA 777</b>
Antesis masculina	54
Antesis femenina	53
Tipo de grano	Semi cristalino
Color de grano	Anaranjado Rojizo
Altura de planta (cm)	250 – 270
Altura de mazorca (cm)	140 – 150
Longitud de mazorca	22
Nº hileras por mazorca	14 – 16
Índice de desgrane (%)	94
Tolerancia a acame	Resistente
Días de madurez fisiológica	125
Rendimiento qq ha <sup>-1</sup>	200
Tolerancia a enfermedades foliares	Moderadamente resistente
Tolerancia a enfermedades de la mazorca	Moderadamente resistente

**Fuente:** Interoc Custer Tríptico informativo (2017).

### 3.3.2. Materiales de campo

Los materiales utilizados en el desarrollo de la investigación fueron los siguientes:

Flexómetro	Baldes	Aspersora de mochila
Espeque	Recipientes plásticos	Regla

### 3.4. Factores de Estudio

Se estudió un solo factor correspondiente a la aplicación de fertilizantes en distintos niveles.

### 3.5. Tratamiento en estudio

Para efecto, se evaluaron cinco tratamientos donde fueron establecidas dosificaciones de nitrógeno, fósforo y potasio en relación a los requerimientos nutricionales para el cultivo de maíz, omitiendo la aplicación de un elemento en cada tratamiento, además se añadió un tratamiento testigo en donde no se efectuaron aplicaciones de fertilizantes, cada uno de los tratamientos están especificados en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Tratamientos para la fertilización del maíz en el experimento.

N° Tratamientos	Dosis kg ha <sup>-1</sup>		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	0	60	150
2	180	0	150
3	180	60	0
4	180	60	150
5	160	60	90
6 (Testigo)	0	0	0

Por otra parte, en la Tabla 5 se detallan las dosis de fertilizantes divididas en las tres fracciones de aplicación correspondientes a los 8, 15 y 45 días después de la siembra, de acuerdo a los tratamientos establecidos en el experimento.

**Tabla 5.** Fraccionamiento de la aplicación de los fertilizantes en kg ha<sup>-1</sup>.

N° Tratamientos	1era aplicación (8 DDS)			2da Aplicación (15 DDS)		3era Aplicación (45 DDS)	
	N	P	K	N	K	N	K
1	0	60	50	0	50	0	50
2	60	0	50	60	50	60	50
3	60	60	0	60	0	60	0
4	60	60	50	60	50	60	50
5	54	60	30	54	30	54	30
Testigo	0	0	0	0	0	0	0

### 3.6. Diseño de la investigación

Se utilizó el diseño bloques completos al azar, distribuidos aleatoriamente en tres repeticiones. Las variables fueron sometidas al Análisis de Varianza para determinar significancias estadísticas de los tratamientos, para encontrar diferencias estadísticas entre las variables establecidas se aplicó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

### 3.7. Esquema del Análisis de Varianza

En la Tabla 6 se presenta el esquema del análisis de varianza en donde se especifican los grados de libertad.

**Tabla 6.** Esquema del análisis de varianza.

Fuente de variación	gL
Bloques	2
Tratamientos	5
Error	10
Total	17

### 3.8. Características de la unidad experimental

Cada unidad experimental se señaló con un rótulo indicando el número de tratamientos correspondiente a la aplicación de fertilizantes, para el efecto se realizó un sorteo para definir el orden de los tratamientos y repeticiones.

Características		
Dimensiones de cada unidad experimental	:	5.00 m * 4.00 m
Área útil de cada unidad experimental	:	12.00 m <sup>2</sup>
Distancia entre hileras		0.80
Distancia entre plantas	:	0.20
Distancia entre bloques	:	1.00
Número de hileras por parcela	:	5
Número de plantas por hilera	:	25
Número de plantas por unidad experimental	:	125
Número de plantas útiles por unidad experimental	:	75
Total de parcelas experimentales	:	18

### 3.9. Manejo del experimento

#### 3.9.1. Preparación del suelo

Se realizó la preparación del suelo bajo sistema convencional efectuando la roza y quema de los residuos de las cosechas anteriores, procurando dejar el terreno limpio y listo para efectuar la siembra.

#### 3.9.2. Tratamiento a la semilla

Para efectuar el tratamiento de la semilla, antes de proceder a la siembra fueron impregnadas con el insecticida Thiodicarb estableciendo dosis de 1.50 litros por cada 50 kg de semilla con la finalidad de procurarle de una protección inicial al momento de ser sembradas evitando de esta forma los daños iniciales que ocasionan algunos insectos.

### **3.9.3. Siembra**

La siembra se realizó de forma manual con la utilización de un espeque procediendo a colocar dos semillas por golpe de siembra a una distancia de 20 centímetros entre plantas y 80 centímetros entre hileras, de esta forma manejando una densidad poblacional de 62,500 plantas ha<sup>-1</sup>.

### **3.9.4. Aplicación de fertilizantes**

Esta labor agrícola se realizó incorporando los fertilizantes al suelo de acuerdo a las dosis establecidas anteriormente en los tratamientos propuestos para la investigación, se efectuó la aplicación alrededor de cada planta, las aplicaciones efectuadas se distribuyeron en tres fracciones: la primera a realizada a los 8 días después de la siembra aportando las respectivas dosis de nitrógeno, fósforo y potasio, cabe señalar que el fósforo se aplicó sólo en la primera ocasión debido a que es un elemento de asimilación lenta y su requerimiento es mayor sobre todo en el desarrollo inicial de la planta.

Las dos fracciones restantes se aplicaron cuando la planta alcanzó el estado vegetativo V6 y V10, es decir cuando las plantas tengan 6 y 10 hojas, respectivamente; específicamente efectuar las aplicaciones a los 15 y 45 días después de la siembra.

Cabe indicar que como fuente de nitrógeno se utilizó Urea 46 % N, para el caso de fósforo y potasio, se utilizaron fertilizantes Superfosfato Triple 46 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y Muriato de Potasio 60 % K<sub>2</sub>O., se efectuaron los respectivos cálculos para realizar las aplicaciones por planta de cada producto.

### **3.9.5. Control de malezas**

El control de las malezas se realizó en pre emergencia aplicando Glifosato en dosis de 1 litro por hectárea. Posteriormente, para el control post emergente se efectuaron controles utilizando Nicosulfurón, cabe indicar también que en la etapa reproductiva se realizaron deshierbas manuales con la finalidad de mantener el cultivo libre de malezas y realizar una estimación precisa sobre los efectos de los tratamientos.

### **3.9.6. Control fitosanitario**

El control fitosanitario se realizó utilizando el insecticida Suko (Lambda-cyhalothrin) se hicieron aplicaciones de 250 cc por hectárea para el control del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*. Además se efectuaron aplicaciones de Stratego Strobirulina y Triazol y también Phyton (Sulfato de Cobre pentahidratado) para el control de enfermedades como el Hemilthosporium, Curvularia y Mancha de Asfalto.

### **3.9.7. Cosecha**

La cosecha fue realizada a los 122 días de acuerdo al ciclo vegetativo del material sembrado teniendo además en consideración que los granos alcanzaran la madurez fisiológica requerida comercialmente, cabe indicar que la cosecha fue realizada manualmente procediendo a separar las mazorcas del área útil de cada tratamiento y después a desgranar. Una vez realizado el desgrane de las mazorcas, se pesaron los granos con la utilización de una balanza procediendo a realizar los cálculos del rendimiento.

## **3.10. Variables a evaluar**

Las características y formas de evaluación que se realizaron son las siguientes:

### **3.10.1. Altura de la planta**

Para el registro de esta variable se tomó la altura de 10 plantas tomadas al azar de la parcela útil y con una cinta métrica se midió desde la base hasta el ápice de la hoja más alta, midiendo a los 15, 30 y 60 días después de la siembra y en el momento de la cosecha.

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

Para los días a la floración masculina y femenina se procedió a contabilizar el número de días transcurridos desde el momento de la siembra hasta la fecha en el que el 51 % de las plantas de la parcela útil emitieron la panoja (flor masculina) y de igual forma se contaron los días hasta que se observó la presencia de flores femeninas.

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

Se registraron estos valores midiendo con una cinta métrica desde el nivel del suelo hasta el nudo de inserción de la mazorca principal. Para efecto, se registró este dato tomando 10 plantas al azar de la parcela útil y procediendo a promediar los valores registrados.

### **3.10.4. Índice de área foliar**

El índice de área foliar se registró seleccionando 10 plantas al azar en plena floración, para efecto, se midió la longitud y el ancho de la hoja opuesta y por debajo de la mazorca principal. Posteriormente, se multiplicaron los valores obtenidos, y a su vez por el coeficiente 0.75; después, dividiendo el producto obtenido en la multiplicación anterior para el área que ocupa una planta; es decir  $0.16 \text{ m}^2$ .

### **3.10.5. Número de plantas y mazorcas cosechadas**

Se procedió a contabilizar el número de plantas y mazorcas cosechadas dentro del área de cada parcela experimental, obteniendo un valor promedio de cada tratamiento establecido.

### **3.10.6. Longitud y peso de mazorcas**

La longitud de las mazorcas se determinó mediante la selección de 10 mazorcas al azar del área útil procediendo a medir con la ayuda de una cinta métrica desde la base de la mazorca hasta la punta expresando el valor obtenido en centímetros. Continuamente las mazorcas seleccionadas fueron pesadas en una balanza y registrando el peso en gramos, los valores obtenidos fueron promediados.

### **3.10.7. Peso de 1000 granos (g)**

Esta variable se registró mediante la selección de aquellos granos que no estén afectados por daños de insectos ni enfermedades, luego se procedió a pesar en una balanza de precisión en gramos.

### 3.10.8. Rendimiento de grano kg ha<sup>-1</sup>

El rendimiento se registró mediante la obtención del peso de los granos de la parcela útil, utilizando una balanza debidamente calibrada. Estos datos se utilizaron para calcular mediante una regla de tres simple y así obtener el rendimiento de kilogramos por hectárea. Cabe indicar que esta cantidad fue ajustada al 13 % que indica la humedad requerida del grano seco, efectuada mediante el empleo de la siguiente fórmula:

$$Pu = \frac{Pa (100 - ha)}{(100 - hd)}$$

Dónde:

Pu: peso uniforme

Pa: peso actual

ha: humedad actual

hd: humedad deseada

### 3.10.9. Análisis económico

Se realizó el análisis económico de acuerdo al rendimiento obtenido en el peso de la parcela útil representado en kg ha<sup>-1</sup> mediante la aplicación de una regla de tres simple. Incluido a esto la consideración del precio de venta del maíz en kg según lo estipulado en el mercado. La consideración del costo de los híbridos y número de jornales utilizados en las diferentes actividades. Posteriormente se determinó la utilidad bruta, costos variables y beneficio neto, relación B/C, teniendo en consideración la aplicación de las siguientes fórmulas:

$$\text{Beneficio Neto (B.N.)} = \text{Ingreso Bruto} - \text{Costos Totales}$$

$$\text{Relación beneficio/costo} = \frac{\text{Ingreso Bruto}}{\text{Costo Total de Producción}}$$

$$\text{Costos Variables} = \text{Costo de los tratamiento} + \text{costo de su aplicación incluido costos de cosecha y transporte.}$$

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1. Resultados

### 4.1.1. Altura de la planta a los 15, 30 y 60 días después de la siembra

En la Tabla 7 se registran los promedios referentes a la altura de la planta a los 15, 30 y 60 días después de la siembra, según el análisis de varianza los tratamientos evaluados registraron significancia estadística obteniendo coeficientes de variación del 5.88 %, 5.69 % y 4.78 % respectivamente. La altura de la planta a los 15 días después de la siembra indicaron diferencias estadísticas entre los promedios obtenidos, donde, el tratamiento 1 presentó las plantas más altas con 39.33 cm, estadísticamente igual a los tratamientos en donde se realizaron aplicaciones de fertilizante superiores al tratamiento 6 que registró el menor promedio con 31.22 cm. Por otra parte, a los 30 días de la siembra el tratamiento 5 registró plantas de mayor altura con 132.00 cm estadísticamente igual a los tratamientos con alturas entre 131.00 cm a 125.00 cm superiores estadísticamente al tratamiento 6 con plantas de 87.00 cm. Finalmente a los 60 días se registraron diferencias estadísticas, donde la aplicación del tratamiento 5 mantuvo el promedio mayor con 251.00 cm igual a aquellos promedios que oscilaron entre 245.00 cm a 230.00 cm., superiores al tratamiento que registró plantas de menor tamaño con 177.00 cm.

**Tabla 7.** Altura de la planta a los 15, 30 y 60 días después de la siembra en la aplicación de diferentes niveles de fertilización en el cultivo de maíz, 2019.

Tratamientos		Altura de la planta (cm)		
		15 DDS	30 DDS	60 DDS
N°	Detalles			
1	0 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	39.33 a	125.00 ab	234.00 a
2	180 N - 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	34.24 ab	113.00 b	230.00 a
3	180 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0 K <sub>2</sub> O	34.30 ab	129.00 ab	240.00 a
4	180 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	35.05 ab	131.00 ab	245.00 a
5	160 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 90 K <sub>2</sub> O	34.87 ab	132.00 a	251.00 a
6	0 N - 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0 K <sub>2</sub> O	31.22 b	87.00 c	177.00 b
<b>Promedio</b>		34.83	120.00	230.00
<b>Coefficiente de Variación %</b>		5.88	5.69	4.78

\*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

#### 4.1.2. Altura de la inserción de la mazorca

Los valores correspondientes a la altura de la inserción de la mazorca se presentan en la Tabla 8, en donde según el análisis de varianza los tratamientos evaluados registraron significancia estadística, obteniendo un coeficiente de variación del 7.32 %.

Para efecto de los tratamientos evaluados estos indicaron diferencias estadísticas, en donde, el tratamiento 4 obtuvo el mayor promedio con una altura de inserción de la mazorca de 120.0 m estadísticamente igual a los demás tratamientos en los que se aplicó fertilizantes con promedios en donde los cuales obtuvieron promedios entre 116.00 m y 105.00 m, mientras que el tratamiento 6 fue el que registró el menor promedio de altura de inserción con 76.00 m

**Tabla 8.** Altura de la inserción de la mazorca en la aplicación de diferentes niveles de fertilización en el cultivo de maíz, 2019.

N°	Tratamientos	Altura inserción de mazorca (cm)
	Detalles	
1	0 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	110.00 a
2	180 N - 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	105.00 a
3	180 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0 K <sub>2</sub> O	116.00 a
4	180 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	120.00 a
5	160 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 90 K <sub>2</sub> O	116.00 a
6	0 N - 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0 K <sub>2</sub> O	76.00 b
<b>Promedio</b>		107.00
<b>Coefficiente de Variación %</b>		7.32

\*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

### 4.1.3. Días a la floración femenina y masculina

En la Tabla 9 se presentan los promedios correspondientes a los días a la floración femenina y masculina, donde de acuerdo al análisis de varianza los tratamientos alcanzaron significancia estadística en el proceso de evaluación con coeficientes de variación de 2.96 % y 1.78 % respectivamente.

En el caso de los días a la floración femenina los tratamientos demostraron diferencias estadísticas, en donde, el tratamiento 6 indicó una floración tardía con 59.33 días a la floración estadísticamente igual al tratamiento 1 que alcanzó 55.67 días ambos superiores a los demás promedios precoz que estuvieron entre 54.00 días y 53.00 días.

Por otra parte en la floración masculina o formación de la espiga los tratamientos demostraron diferencias estadísticas en donde el tratamiento 6 fue el que alcanzó el mayor número de días hasta la aparición de la espiga con 57.00 días estadísticamente mayor a los demás tratamientos en donde el tratamiento 5 fue el que registró el menor promedio con 51.00 días a la aparición de la espiga.

**Tabla 9.** Días a la floración femenina y masculina en la aplicación de diferentes niveles de fertilización en el cultivo de maíz, 2019.

Tratamientos		Floración femenina	Floración masculina
Nº	Detalles	(días)	(días)
1	0 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	55.67 ab	54.00 b
2	180 N - 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	53.67 b	53.67 bc
3	180 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0 K <sub>2</sub> O	53.33 b	52.00 bc
4	180 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	54.00 b	52.67 bc
5	160 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 90 K <sub>2</sub> O	53.00 b	51.00 c
6	0 N - 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0 K <sub>2</sub> O	59.33 a	57.00 a
<b>Promedio</b>		54.83	53.39
<b>Coefficiente de Variación %</b>		2.96	1.78

\*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

#### 4.1.4. Índice de área foliar

En la Tabla 10, se registran los promedios sobre el índice del área foliar evaluado en los tratamientos, en donde, el análisis de varianza registró en el proceso de evaluación significancia estadística con un coeficiente de variación del 7.49 %.

Los tratamientos evaluados registraron diferencias estadísticas, donde, la aplicación de 160 N, 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 90 K<sub>2</sub>O registró el mayor índice de área foliar evaluado con 0.55 estadísticamente igual a los tratamientos cuyos valores de índices oscilaron entre 0.51 a 0.48 mostrando superioridad frente al tratamiento en el que no se realizó ninguna aplicación de fertilizantes con un valor promedio de 0.28, teniendo en consideración que los valores obtenidos indican un respuesta positiva en los tratamiento que tienen fertilización completa lo que deduce que las plantas presentaron una mejor distribución y desarrollo del área foliar, a diferencia del tratamiento 1 que presenta una reducción del valor del índice aludiendo por la ausencia en aplicación de nitrógeno elemento que actúa directamente en el desarrollo foliar de la planta y finalmente se observa en el tratamiento 6 el menor promedio el cual refiere a una planta con menor desarrollo foliar.

**Tabla 10.** Índice de área foliar en la aplicación de diferentes niveles de fertilización en el cultivo de maíz, 2019.

Tratamientos		Índice de área
N°	Detalles	foliar
1	0 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	0.43 b
2	180 N - 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	0.48 ab
3	180 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0 K <sub>2</sub> O	0.49 ab
4	180 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	0.51 ab
5	160 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 90 K <sub>2</sub> O	0.55 a
6	0 N - 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0 K <sub>2</sub> O	0.28 c
<b>Promedio</b>		0.46
<b>Coefficiente de Variación %</b>		7.49

\*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

#### 4.1.5. Número de plantas y mazorcas cosechadas

En la Tabla 11, se presentan los valores correspondientes al número de plantas a la cosecha y número de mazorcas cosechadas, donde, de acuerdo a lo observado en el análisis de varianza los tratamientos registraron significancia estadística con coeficiente de variación del 7.86 % y 8.73 %.

Para el caso del número de plantas a la cosecha los tratamientos evaluados no indicaron diferencias estadísticas entre los promedios obtenidos, sin embargo, el tratamiento 3 fue el que obtuvo el mayor número de plantas a la cosecha con 143 plantas, mientras que el menor número recayó en el tratamiento 5 con 119 plantas.

De similar manera el número de mazorcas cosechadas tampoco registró diferencias estadísticas en los promedios obtenidos, en donde, el tratamiento 3 fue el que obtuvo el mayor número de mazorcas cosechadas con 121 mazorcas y el menor promedio se observó en la aplicación del tratamiento 6 con 104 mazorcas a la cosecha.

**Tabla 11.** Número de plantas a la cosecha y número de mazorcas cosechadas en la aplicación de diferentes niveles de fertilización en el cultivo de maíz, 2019.

Tratamientos		N° de plantas a la cosecha	N° de mazorcas cosechadas
N°	Detalles		
1	0 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	138 a	109 a
2	180 N - 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	126 a	106 a
3	180 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0 K <sub>2</sub> O	143 a	121 a
4	180 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	126 a	110 a
5	160 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 90 K <sub>2</sub> O	119 a	107 a
6	0 N - 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0 K <sub>2</sub> O	138 a	104 a
<b>Promedio</b>		132	110
<b>Coefficiente de Variación %</b>		7.86	8.73

\*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

#### 4.1.6. Longitud y peso de mazorca

La longitud de las mazorcas y sus respectivos pesos se observan en la Tabla 12. De acuerdo al análisis de varianza los tratamientos sometidos a evaluación registraron significancia estadística obteniendo coeficientes de variación del 4.88 % y 4.91 %.

Para el caso de la longitud de mazorcas expresada en cm, los promedios obtenidos obtuvieron diferencias significativas, en donde, el tratamiento 5 obtuvo las mazorcas con mayor longitud con 16.72 cm estadísticamente igual a los demás tratamientos con promedios entre 16.52 cm y 14.72 cm mientras demostrando ser superiores frente al tratamiento 6 el cual registró el menor promedio con mazorcas de 12.60 cm de longitud.

Por otra parte en el peso de las mazorcas, éstas registraron diferencias estadísticas entre los promedios obtenidos, en donde, el tratamiento 4 registró las mazorcas de mayor peso con 188.67 g estadísticamente igual a los tratamientos con promedios entre 181.83 g y 167.17 g superiores a los demás tratamientos, en donde, el tratamiento 6 registró el promedio menor con mazorcas de 111.17 g.

**Tabla 12.** Longitud de mazorca y peso de mazorca en la aplicación de diferentes niveles de fertilización en el cultivo de maíz, 2019.

Tratamientos		Longitud de mazorca	Peso de mazorca
N°	Detalles	(cm)	(g)
1	0 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	14.72 ab	146.67 b
2	180 N - 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	15.73 a	171.00 a
3	180 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0 K <sub>2</sub> O	16.52 a	167.17 ab
4	180 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	16.17 a	188.67 a
5	160 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 90 K <sub>2</sub> O	16.72 a	181.83 a
6	0 N - 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0 K <sub>2</sub> O	12.60 b	111.17 c
<b>Promedio</b>		15.41	161.08
<b>Coefficiente de Variación %</b>		4.88	4.91

\*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

#### 4.1.7. Peso de 1000 semillas

En la Tabla 13 se registran los promedios correspondientes al peso de 1000 semillas, según el análisis de varianza los tratamientos evaluados registraron diferencias estadísticas con coeficiente de variación del 10.01 %.

Entre los promedios obtenidos en la aplicación de los fertilizantes no se observaron diferencias estadísticas, no obstante, la aplicación del cuarto tratamiento alcanzó el mejor peso con 381.67 g mientras que los pesos de los demás tratamientos oscilaron entre 380.00 g y 341.67 g.

**Tabla 13.** Peso de 1000 semillas en la aplicación de diferentes niveles de fertilización en el cultivo de maíz, 2019.

<b>Tratamientos</b>		<b>Peso de 1000 semillas</b>
<b>N°</b>	<b>Detalles</b>	<b>(g)</b>
1	0 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	380.00 a
2	180 N - 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	341.67 a
3	180 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0 K <sub>2</sub> O	345.00 a
4	180 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	381.67 a
5	160 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 90 K <sub>2</sub> O	353.33 a
6	0 N - 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0 K <sub>2</sub> O	358.33 a
<b>Promedio</b>		360.00
<b>Coefficiente de Variación %</b>		10.01

\*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

#### 4.1.8. Peso de parcela y rendimiento de grano en kg ha<sup>-1</sup>

Los promedios referentes al peso de parcela en kg y el rendimiento de grano en kg ha<sup>-1</sup> se observan en la Tabla 14. De acuerdo al análisis de varianza los tratamientos evaluados registraron significancia estadística con coeficientes de variación del 7.81 % para cada variable evaluada.

El peso de parcela obtenido en la evaluación de los tratamientos reflejó diferencias estadísticas entre los promedios obtenidos, donde el tratamiento 5 obtuvo el mayor peso con 13.07 kg estadísticamente igual a los promedios que oscilaron entre 12.87 kg y 12.71 kg superiores frente al tratamiento 6 que registró el menor peso con 6.84 kg. De igual manera en la estimación del rendimiento por hectárea los promedios reflejaron diferencias estadísticas, en donde, la aplicación del tratamiento 5 registró el mayor promedio con 10392.23 kg ha<sup>-1</sup> demostrando igualdad estadística ante los tratamientos con promedios entre 10231.90 kg ha<sup>-1</sup> y 10100.72 kg ha<sup>-1</sup> superiores estadísticamente a los demás tratamientos en donde el tratamiento 6 obtuvo el promedio menor con 5433.96 kg ha<sup>-1</sup>.

**Tabla 14.** Peso de parcela y rendimiento de grano kg ha<sup>-1</sup> en la aplicación de diferentes niveles de fertilización en el cultivo de maíz, 2019.

Tratamientos		Peso de parcela	Rendimiento de grano
N°	Detalles	(kg)	(kg ha <sup>-1</sup> )
1	0 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	10.45 b	8307.95 b
2	180 N - 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	12.71 ab	10100.72 ab
3	180 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0 K <sub>2</sub> O	12.84 ab	10205.40 ab
4	180 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	12.87 ab	10231.90 ab
5	160 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 90 K <sub>2</sub> O	13.07 a	10392.23 a
6	0 N - 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0 K <sub>2</sub> O	6.84 c	5433.96 c
<b>Promedio</b>		11.46	9112.02
<b>Coefficiente de Variación %</b>		7.81	7.81

\*Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

#### 4.1.9. Análisis económico

El análisis económico de la investigación de los rendimientos y costos intervenidos en el proceso del cultivo se presenta en la Tabla 15, donde se evidencia que la aplicación de los fertilizantes obtienen resultados económicos favorables para el cual el tratamiento 3 obtuvo la mayor relación beneficio costo de 1.965 con utilidad neta de \$ 1347.05 con rentabilidad de 96.48 % siendo el costo total del tratamiento \$ 1396.17 y un ingreso bruto de \$ 2750.33. Por otra parte, el tratamiento que registró menor rentabilidad fue el 6, el cual, no recibió ningún tipo de fertilizante siendo su rentabilidad de 57.04 % y una relación beneficio costo de 1.57 con utilidad neta de \$ 530.54.

**Tabla 15.** Análisis económico en la aplicación de diferentes niveles de fertilización en el cultivo de maíz, 2019.

N°	Tratamientos	Rendimiento kg ha <sup>-1</sup>	Ingreso Bruto \$	Costo de Tratamiento	Costo Variable \$	Costo Total \$	Utilidad Neta \$	Relación B/C	Rentabilidad %
	Descripción								
1	0 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	6646.36	2233.18	221.7	554.018	1266.77	966.41	1.763	76.29
2	180 N - 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	8080.58	2715.07	294.5	698.529	1411.28	1303.79	1.924	92.38
3	180 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0 K <sub>2</sub> O	8164.32	2743.21	275.2	683.416	1396.17	1347.05	1.965	96.48
4	180 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 150 K <sub>2</sub> O	8185.52	2750.33	377.7	786.976	1499.73	1250.61	1.834	83.39
5	160 N - 60 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 90 K <sub>2</sub> O	8313.78	2793.43	320.7	736.389	1449.14	1344.29	1.928	92.76
6	0 N - 0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 0 K <sub>2</sub> O	4347.17	1460.65	0.0	217.358	930.11	530.54	1.570	57.04

## 4.2. Discusión

Las plantas sometidas a aplicaciones de fertilizantes obtuvieron un mayor desarrollo identificando plantas de mayor tamaño en el proceso de evaluación realizado después de la siembra, en donde, a los 30 días el tratamiento 1 registro plantas con 8.11 cm más que aquellas que no recibieron fertilización, lo que indica que en este tratamiento se aplicó en mayor cantidad fósforo y potasio coincidiendo a lo que indican Fontanetto y Keller, (2006), que las aplicaciones de fósforo antes o al momento de la siembra son recomendables para obtener un mejor desempeño de la planta; consecuentemente a los 30 días también se evidenciaron resultados favorables en la aplicación de fertilizantes que recayó al tratamiento 5 con plantas que superaban con 45.0 cm de altura en comparación de aquellas plantas del tratamiento 6 que registró el menor promedio obtenido, lo que nos permite coincidir con Soto, Jahn y Arredondo, (2004), quienes de acuerdo a los resultados obtenidos en la aplicación de fertilizantes en el cultivo de maíz obtuvieron un efecto significativo en dos de los niveles de fertilización superiores en altura en comparación al control.

El registro de la altura a los 60 días indicó una igualdad estadística para los tratamientos que recibieron fertilización presentando plantas de mayor tamaño en relación a las que no recibieron ningún tipo de fertilizante con hasta 74.0 cm de diferencia similar a los resultados en la investigación de Tadeo, *et al*, (2012), donde se observó una diferencia significativa en la altura de planta del maíz que fueron fertilizadas.

En el caso de los días a la floración estos fueron más extensos al no existir aplicaciones de fertilizantes podrían indicar un retardo en el desarrollo fisiológico de la planta y por consiguiente mayor días hasta que aparezca la floración específicamente una diferencia de seis días en ambas floraciones masculina y femenina en relación a las plantas que si recibieron fertilización, situación similar observada en los resultados de Valinosca, (2004), donde se evidencia que el cultivo de maíz sin aplicación de fertilizantes registró mayor número de días en relación a los tratamientos que si recibieron fertilizantes. En la altura en la inserción de la mazorca, la fertilización ejerció un desempeño favorable en el proceso de evaluación donde la aplicación realizada en el tratamiento 5 obtuvo plantas con 0.67 m de mayor altura de inserción de la mazorca en comparación al tratamiento 6 que obtuvo menores alturas de inserción de las mazorcas situación observada de igual forma en los resultados

obtenidos por Zamudio, *et al*, (2015), donde observaron que la altura de la inserción de la mazorca registró diferencias estadística entre los tratamiento evaluados correspondientes a diferentes niveles de fertilización.

Por otra parte, el número de plantas y mazorcas cosechadas en el proceso de evaluación no registraron diferencias estadísticas en el proceso de evaluación de igual forma se observó en la variable de peso de 1000 semillas donde no existieron diferencias estadísticas. No obstante, la longitud de las mazorcas fueron mayores mediante la aplicación de fertilizantes con 4.12 cm mayor que las mazorcas del tratamiento 6 que no constó con aplicación de fertilizantes sugiriendo que al no realizar ninguna aplicación de fertilizantes se obtienen mazorcas con menor tamaño ya que la planta no logra asimilar las cantidades requeridas de nutrientes para cumplir con este requerimiento, de igual manera el peso de la mazorca fue mayor en el tratamiento cinco con 77.50 g más de lo que pesaron las mazorcas en el tratamiento 6 al que no se le realizó aplicación de fertilizantes, concordando con Anchundia, (2015), quien obtuvo incremento en los pesos obtenidos en el rendimiento del cultivo de maíz mediante la aplicación de fertilizantes.

Finalmente el peso obtenido en las parcelas de cada tratamiento indicó incrementos en el peso donde se efectuaron aplicaciones de fertilizantes en específico del tratamiento 5 que registró 6.23 kg más de lo que se obtuvo en el tratamiento sin fertilización y de similar forma en el rendimiento del grano por hectárea se registró un incremento de 4958.27 kg ha<sup>-1</sup> en el mismo tratamiento en donde indica Tadeo, *et al*, (2012), que los resultados obtenidos indicaron que la fertilización efectuada en el cultivo de maíz influyó en el rendimiento de manera significativa en relación al tratamiento que no recibió aplicación de fertilizantes. Según Zamudio, *et al*, (2015), igualmente añaden que la adición de nitrógeno da un incremento significativo en el rendimiento con suelos de fertilidad alta, asimismo como la adición de fósforo. Por lo tanto al realizar el análisis económico se observó que la fertilización del maíz incrementan los rendimientos y por lo tanto un mayor ingreso neto al efectuar los respectivos cálculos se define que el tratamiento 3 obtiene la mejor relación beneficio costos superando al tratamiento 6 con 0.39 y en la rentabilidad con 39.44 %.

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones

- La aplicación de fertilizantes permite obtener plantas de mayor altura con promedios de 251.00 cm a los 60 días después de la siembra, más altas en relación a aquellas que se desarrollaron en ausencia de los nutrientes necesarios para su crecimiento.
- Los rendimientos obtenidos mediante la adición de fertilizantes son mayores en comparación a las plantas que se desarrollaron en un suelo sin aplicación de fertilizantes, obteniendo una producción de hasta 10392.23 kg ha<sup>-1</sup> evitando limitar el desarrollo de la planta.
- La mayor relación Beneficio/Costo fue de 1.96 y obtenida mediante la aplicación de fertilizantes los mismos que registraron una mayor rentabilidad de 96.48 % y utilidad neta de \$ 1347.05
- La aplicación de fertilización completa en el cultivo de maíz de 160 N – 60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 90 K<sub>2</sub>O se traduce en un desarrollo eficiente de la planta obteniendo notables incrementos en el rendimiento por hectárea y retribución económica favorable.

## **5.2. Recomendaciones**

- Realizar estudios de análisis del suelo que permitan determinar el estado inicial del cultivo estableciendo los requerimientos necesarios del cultivo y evitar el desgaste nutricional del suelo.
- Evaluar nuevos niveles de fertilización correspondientes a NPK e incluir la utilización de elementos menores y cómo influyen en el desarrollo y producción del maíz.
- Difundir los resultados obtenidos en la presente investigación sobre la respuesta del cultivo de maíz de acuerdo a las dosis de fertilizantes utilizadas, mediante capacitaciones a los productores maiceros.

**CAPÍTULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. Bibliografía

- Anchundia, C. (2015). Efecto de diferentes dosis de fertilizantes Yara en el comportamiento agronómico del híbrido de maíz (*Zea mays* L.) Pionner 30F35 en el cantón Balzar, provincia del Guayas. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Avalos, L. (2012). Evaluación agronómica de cinco híbridos simples de maíz (*Zea mays* L.) en comparación con tres testigos en la zona de Quevedo durante la época lluviosa. Quevedo, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Tesis de Pregrado.
- Barbieri, Echeverria, Saíenz, & Maringolo. (2010). Fertilización de maíz con urea de liberación lenta: Pérdida por volatilización y eficiencia de uso de nitrógeno. *CI. Suelo (Argentina)*, 28(1), 57-66.
- Below, F. (2002). Fisiología, nutrición y fertilización nitrogenada del maíz. *Informaciones agronomicas*, 54, 7-12.
- Bravo, E., & León, X. (2013). Monitoreo participativo del maíz ecuatoriano para detectar la presencia de proteínas transgénicas. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 17(1), 16-24.
- Cakmak, I., & Yazici, A. (2010). Magnesio: El elemento olvidado en la producción de cultivos. *Informaciones Agronómicas-IPNI*, 23-25.
- Campos, I. (1981). *Suelos, abonos y fertilizantes* (Primera ed., Vol. I). (D. V. S.A., Ed.) Barcelona, España: De Vecchi.
- Castro, M. (2017). Sistema de Informacion Publica Agropecuaria (SIPA). Obtenido de [sipa.agricultura.gob.ec](http://sipa.agricultura.gob.ec):  
[http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/estudios/rendimientos/maiz/rendimiento\\_maiz\\_duro\\_invierno\\_2017.pdf](http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/estudios/rendimientos/maiz/rendimiento_maiz_duro_invierno_2017.pdf)

- Ciampitti, I., Boxler, M., & García, F. (2014). Nutrición de maíz: requerimientos y absorción de nutrientes. *Informaciones Agronómicas*(48), 14-18.
- Contreras, J. (Agosto de 2017). Análisis de la producción y comercialización del maíz en la provincia de Los Ríos durante el periodo (2012-2016), 67 p. Guayaquil, Guayas, Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Contreras, M., Zini, E., & Currie, H. (2004). Los rendimientos de cultivo de maíz en dos sistemas de riego y algunos indicadores de productividad. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*, 046. Obtenido de <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2004/5-Agrarias/A-046.pdf>
- Cruzate, G., & Casas, R. (2003). Balance de Nutrientes. *Revista Fertilizar INTA*(8), 7-13.
- Fontanetto, H., & Keller, O. (2006). Manejo de la fertilización en maíz. Experiencias en la region Pampeana Argentina. Argentina: Publicación Miscelánea N° 106.
- García, F. (2010). Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz. Obtenido de INPOFOS: <http://www.fertilizando.com/articulos/Criterios-Manejo-Fertilizacion-Cultivo-Maiz.pdf>
- INAMHI. (2017). Anuarios meteorológicos. Ecuador: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
- INEC. (2016). Instituto Nacional de Estadística y Censo. Quito - Ecuador: Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua.
- INIAP. (2019). Análisis de suelos . Quevedo: Instituto de Investigaciones Agropecuarias Pichilingue .
- Interoc Custer. (2017). Tríptico informativo de semilla EMBLEMA 777. Los Ríos: Interoc.

- IPNI . (1997). Manual Internacional de Fertilidad del suelo. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/242645735/Manual-Internacional-de-Fertilidad-de-Suelos-pdf>
- Lozano, Z., Hernández, R., Bravo, C., Rivero, C., Toro, M., & Delgado, M. (2012). Disponibilidad de fósforo en un suelo de las Sabanas bien drenadas venezolanas, bajo diferentes coberturas y tipos de fertilización. *Interciencia*, 37(11), 820-827.
- Martín, G. (2009). Manejo de la inoculación micorrízica arbuscular, la *Canavalia ensiformis* y la fertilización nitrogenada en plantas de maíz (*Zea mays*) cultivadas sobre suelos Ferralíticos Rojos de La Habana. San José de las Lajas: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
- Mayorga , R., Peñaherrera , S., Terrero , P., Solís , K., Vera, D., & Wuellins , D. (2017). Incidencia de enfermedades foliares en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en tres provincias del Litoral Ecuatoriano (Resumen). En M. Caviedes , M. Albán, J. Zambrano, & C. Yáñez, *Memorias de la XXII Reunión Latinoamericana del Maíz* (pág. p. 51). Quevedo, Ecuador: Universidad San Francisco de Quito/INIAP. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4686>
- Mayz, J. (2004). Fijación biológica de nitrógeno. *Revista UDO Agrícola*, 4(1), 1-20.
- Moreira, A., Veintimilla, M., Molina, V., & Chávez, R. (2018). Efecto del fertilizante foliar SOL-U-GRO 12-48-8 en diferentes dosis y aplicaciones en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en el cantón Babahoyo. *Revista AGRO-UTB*, 2(3), 40-49.
- Murillo, C. (2011). Respuesta agronómica del maíz híbrido S-810 en presencia de dosis y épocas de aplicación de un promotor de crecimiento a base de un extracto de algas marinas. Babahoyo. Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/242645735/Manual-Internacional-de-Fertilidad-de-Suelos-pdf>

- Nepamuceno, A., & Hernandez, E. (2018). Participación y especialización relativa del sector agrícola en el estado de México, 2006-2016. Temascaltepec: Universidad Autonoma del Estado de México.
- Nicholls, C., & Altieri, M. (2008). Suelos saludables, plantas saludables: la evidencia agroecológica. LEISA Revista de Agroecología, 1(1), 6-8.
- Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2002). Los fertilizantes y su uso. Roma: FAO - IFA.
- Parra, R., Valverde, F., & Alvarado, S. (2010). Manejo de nutrientes por sitio específico con labranza mínima: Experiencias en generación de recomendaciones de fertilización en maíz (*Zea mays* L.), provincia Bolívar. Santo Domingo. Ecuador: UTE.
- Pedrol, H., Castellarín, J., Ferragitu, F., & Rosso, O. (2011). Respuesta a la fertilización nitrogenada y eficiencia en el uso del agua en el cultivo de maíz según el nivel hídrico. Informaciones Agronómicas, (40), 17-20.
- Prystupa, P., Salvagiotti, F., Ferraris, G., Gutiérrez, F., Elisei, J., & Couretot, L. (2004). Efecto de la fertilización con fósforo, azufre y potasio en cultivos de maíz en la pampa ondulada. Informaciones Agronómicas, (23), 1-5.
- Rojas, E. I. (2012). Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de Biblioteca digital: <http://www.bdigital.unal.edu.co/50450/1/ednaivonneleivarojas.2012.pdf>
- Silva, E., & Salazar, E. (1994). El cultivo de maíz de altura en Ecuador. Memorias del Primer Taller sobre Resistencia Duradera en Cultivos Alto Andinos de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, pp. 33-36. Quito, Ecuador: INIAP/CIMMYT. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4762/1/iniapsc6198%20p.%2033.pdf>
- SIPA. (2018). Sistema de Información Pública Agropecuaria. Obtenido de [sipa.agricultura.gob.ec](http://sipa.agricultura.gob.ec): <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/maiz>

- Soto, P., Jahn, E., & Arredondo, S. (2004). Mejoramiento del porcentaje de proteína en maíz para ensilaje con el aumento y parcialización de la fertilización nitrogenada. *Agricultura Técnica*, 64(2), 23-30.
- Sumner, M. (2000). Diagnóstico de los requerimientos de fertilización de cultivos extensivos. Mar del Plata: VIII Congreso Argentino de Siembra Directa. AAPRESID.
- Tadeo, M., Espinosa, A., Chimal, N., Arteaga, I., Trejo, V., Canales, E., . . . Zamudio, B. (2012). Densidad de población y fertilización en híbridos de maíz androestériles y fértiles. *Terra Latinoamericana*, 30(1), 157-164.
- Valinosca, S. (2004). Efecto de tres coberturas y dos sistemas de labranza sobre maíz y frijol bajo tres niveles de fertilización. Honduras: Zamorano. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria.
- Valladares, C. (Julio de 2010). *Taxonomía y Botánica de los Cultivos de granos*, 28 p. La Ceiba, Honduras: Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Obtenido de [http://institutorubino.edu.uy/materiales/Federico\\_Franco/6toBot/unidad-ii-taxonomia-botanica-y-fisiologia-de-los-cultivos-de-grano-agosto-2010.pdf](http://institutorubino.edu.uy/materiales/Federico_Franco/6toBot/unidad-ii-taxonomia-botanica-y-fisiologia-de-los-cultivos-de-grano-agosto-2010.pdf)
- Villao, G. (2018). Comercialización de maíz (*Zea mays* L.) en el cantón Ventanas, Provincia de Los Ríos. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Villavicencio, J., Yáñez, G., & Zambrano, J. (2017). Estado de la investigación y desarrollo tecnológico del maíz en Ecuador (Resumen). En M. Caviedes, M. Alban, J. Zambrano, & C. Yanez, *Memorias de la XXII Reunión Latinoamericana del Maíz* (pág. p. 36). Quevedo, Ecuador: Universidad San Francisco de Quito/INIAP. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4678>
- Yague, J. L. (2002). *Manual práctico sobre utilización del suelo y fertilizantes*. Madrid: Mundi-Prensa.

Zamudio, B., Tadeo, M., Espinosa, A., Martínez, J., Celis, D., Bernal, R., & Zaragoza, J. (2015). Eficiencia agronómica de fertilización al suelo de macro nutrientes en híbridos de maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(7), 1557-1569.

**CAPÍTULO VII**  
**ANEXOS**

## 7.1. Análisis de Varianza de las variables evaluadas

**Tabla 16.** Análisis de varianza a los 15 días después de la siembra.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	F	p-valor
Bloques	2.5	2	1.25	0.3	0.7483
Tratamientos	102.04	5	20.41	4.87	0.0162
Error	41.93	10	4.19		
Total	146.48	17			
<b>Coefficiente de Variación %</b>					5.88
<b>Promedios</b>					34.83

**Tabla 17.** Análisis de varianza a los 30 días después de la siembra.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	F	p-valor
Bloques	0.003	2	0.002	0.361	0.7057
Tratamientos	0.452	5	0.09	19.502	0.0001
Error	0.046	10	0.005		
Total	0.501	17			
<b>Coefficiente de Variación %</b>					5.67
<b>Promedios</b>					1.2

**Tabla 18.** Análisis de varianza a los 60 días después de la siembra.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	F	p-valor
Bloques	0.014	2	0.007	0.574	0.5807
Tratamientos	1.066	5	0.213	17.62	0.0001
Error	0.121	10	0.012		
Total	1.201	17			
<b>Coefficiente de Variación %</b>					4.78
<b>Promedios</b>					2.3

**Tabla 19.** Análisis de varianza de la altura de la inserción de la mazorca.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	F	p-valor
Bloques	0.002	2	0.001	0.155	0.8584
Tratamientos	0.389	5	0.078	12.631	0.0005
Error	0.062	10	0.006		
Total	0.453	17			
<b>Coefficiente de Variación %</b>					7.32
<b>Promedios</b>					1.07

**Tabla 20.** Análisis de varianza de la altura de la planta a la cosecha.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	F	p-valor
Bloques	0.023	2	0.012	1.878	0.2031
Tratamientos	0.916	5	0.183	29.472	<0.0001
Error	0.062	10	0.006		
Total	1.001	17			
<b>Coefficiente de Variación %</b>				3.36	
<b>Promedios</b>				2.35	

**Tabla 21.** Análisis de varianza de los días a la floración femenina.

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	F	p-valor
Bloques	2.333	2	1.167	0.443	0.6541
Tratamientos	85.833	5	17.167	6.519	0.006
Error	26.333	10	2.633		
Total	114.5	17			
<b>Coefficiente de Variación %</b>				2.96	
<b>Promedios</b>				54.83	

**Tabla 22.** Análisis de Varianza en la floración masculina.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	F	p-valor
Bloques	0.111	2	0.056	0.06	0.9419
Tratamientos	64.944	5	12.989	14.084	0.0003
Error	9.222	10	0.922		
Total	74.278	17			
<b>Coefficiente de Variación %</b>				1.78	
<b>Promedios</b>				53.39	

**Tabla 23.** Análisis de Varianza en el número de plantas cosechadas.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	F	p-valor
Bloques	883	2	441.5	4.138	0.0491
Tratamientos	1276.5	5	255.3	2.393	0.1126
Error	1067	10	106.7		
Total	3226.5	17			
<b>Coefficiente de Variación %</b>				7.86	
<b>Promedios</b>				131.5	

**Tabla 24.** Análisis de Varianza del número de mazorcas cosechadas.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	F	p-valor
Bloques	637	2	318.5	3.486	0.071
Tratamientos	567.833	5	113.567	1.243	0.3588
Error	913.667	10	91.367		
Total	2118.5	17			
<b>Coefficiente de Variación %</b>				8.73	
<b>Promedios</b>				109.5	

**Tabla 25.** Análisis de Varianza en la longitud de la mazorca.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	F	p-valor
Bloques	0.618	2	0.309	0.547	0.5951
Tratamientos	35.958	5	7.192	12.738	0.0005
Error	5.646	10	0.565		
Total	42.221	17			
<b>Coefficiente de Variación %</b>				4.88	
<b>Promedios</b>				15.41	

**Tabla 26.** Análisis de Varianza del peso de la mazorca.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	F	p-valor
Bloques	841	2	420.5	6.714	0.0142
Tratamientos	12078.792	5	2415.758	38.57	<0.0001
Error	626.333	10	62.633		
Total	13546.125	17			
<b>Coefficiente de Variación %</b>				4.91	
<b>Promedios</b>				161.08	

**Tabla 27.** Análisis de Varianza en el peso de 1000 semillas.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	F	p-valor
Bloques	6825	2	3412.5	2.627	0.1211
Tratamientos	4433.333	5	886.667	0.682	0.6472
Error	12991.667	10	1299.167		
Total	24250	17			
<b>Coefficiente de Variación %</b>				4.91	
<b>Promedios</b>				360	

**Tabla 28.** Análisis de Varianza en el peso de parcela.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	F	p-valor
Bloques	3.023	2	1.512	1.889	0.2014
Tratamientos	91.325	5	18.265	22.823	<0.0001
Error	8.003	10	0.8		
Total	102.351	17			
<b>Coefficiente de Variación %</b>				7.81	
<b>Promedios</b>				11.46	

**Tabla 29.** Análisis de Varianza en la estimación del rendimiento.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	gl	Cuadrado Medio	F	p-valor
Bloques	1910837.1	2	955418.55	1.889	0.2014
Tratamientos	57722185	5	11544437	22.823	<0.0001
Error	5058290.7	10	505829.07		
Total	64691313	17			
<b>Coefficiente de Variación %</b>				7.81	
<b>Promedios</b>				9112.02	

## 7.2. Costos fijos del análisis económico de la investigación

**Tabla 30.** Costos fijos inmersos en el proceso de la investigación.

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>\$</b>	<b>Total</b>
Preparación del suelo			
Limpieza del terreno	2	12.00	24.00
Siembra			
Semilla	1	165.00	165.00
Tratamiento	1	3.50	3.50
Mano de obra	4	12.00	48.00
Enraizador	1	3.5	3.5
Aplicación	2	12	24
Control de malezas			
Glifosato	1	3.00	3.00
Nicosulfurón	1	3.00	3.00
Amina	1	3.75	3.75
Control manual	4	12.00	48.00
Aspersora de mochila	2	25.00	50.00
Mano de obra	6	12.00	72.00
Bioestimulantes			
Eclipse	1	6.50	6.50
Brio Mix	1	10.00	10.00
Megabind	1	10.00	10.00
Bio desarrollo	2	6.50	13.00
Mano de obra	9	12.00	108.00
Control fitosanitario			
Suko	1	3.00	3.00
Phyton	2	12.00	24.00
Stratego	1	6.50	6.50
Mano de obra	7	12.00	84.00
<b>Total</b>			<b>712.75</b>

### 7.3. Fotos del desarrollo de la investigación



**Ilustración 1.** Siembra de las parcelas.



**Ilustración 2.** Fertilización de parcelas a los 30 días.



**Ilustración 3.** Fertilización de parcelas a los 45 días.



**Ilustración 4.** Registro de la altura de la planta.



**Ilustración 5.** Registro de la altura de la planta al momento de la cosecha.



**Ilustración 6.** Registro de la longitud de la mazorca



**Ilustración 7.** Registro del peso de la mazorca