



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo Experimental, presentado a la Unidad de Titulación, como requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**

“Respuesta a niveles de nitrógeno, fosforo y potasio en el cultivo de maíz (*Zea mays*, L), en condiciones de la zona de Babahoyo”.

**AUTOR:**

Álvaro Jasmany Aguilar Castro

**TUTOR:**

Ing. Agr. Edwin Stalin Hasang Moran MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2019



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo Experimental, presentado a la Unidad de Titulación, como  
requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**

"Respuesta a niveles de nitrógeno, fosforo y potasio en el cultivo de  
maíz (*Zea mays*, L), en condiciones de la zona de Babahoyo".

**TRIBUNAL DE SUSTENTACION**

Ing. Agr. Oscar Mora Castro MBA

**PRESIDENTE**

Ing. Agr. Guillermo García Vásquez MBA

**VOCAL PRINCIPAL**

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete MBA

**VOCAL PRINCIPAL**

Las investigaciones, resultados, conclusiones, y recomendaciones del presente trabajo Experimental son de exclusiva responsabilidad del autor.

*Álvaro Aguilar Castro*

---

ÁLVARO JASMANY AGUILAR CASTRO

## **DEDICATORIA**

Este presente trabajo se lo dedico a:

A mis padres Gabino Aguilar y Judith Castro quienes con su amor paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir un sueño más, gracias por inculcar en mí el esfuerzo, valentía y perseverancia de no temer a las adversidades.

A mi familia Esposa, Hija, Hermanos, Tíos, primos, abuelos, por ser ese apoyo incondicional durante todo el proceso para cumplir mi meta propuesta, gracias por sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona.

## **AGRADESIMIENTO**

Primeramente, quiero agradecer a Dios por todas sus bendiciones, a mis padres que han sabido darme su ejemplo de trabajo y honradez a mi esposa por su incondicional apoyo y paciencia en esta etapa de estudios.

Al Ing. Edwin Hasang tutor de este proyecto por sus enseñanzas y conocimientos

También quiero agradecer a la universidad técnica de Babahoyo, carrera de ingeniería agropecuaria, a todo el personal de directivos de la misma, en conjunto con su cuerpo de ingenieros y doctores de la facultad, por inculcar en mí, conocimientos básicos y la guía necesaria para dar comienzo a mi vida profesional.

Finalmente agradecer a mis amigos, las personas de la comunidad naranjillo y naranjo, las cuales también me brindaron el apoyo moral y motivacional, les agradezco a todas las personas que me conocen.

# CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| DEDICATORIA .....  | 4  |
| AGRADESIMIENTO.....  | 5  |
| I. INTRODUCCIÓN.....   | 1  |
| 1.1. Objetivos .....   | 3  |
| 1.1.1. General.....  | 3  |
| 1.1.2. Específicos .....                                       | 3  |
| II. MARCO TEÓRICO.....   | 4  |
| 2.1. Generalidades del cultivo .....                           | 4  |
| 2.2. Clasificación morfológica.....                            | 4  |
| 2.3. Clasificación taxonómica.....                             | 5  |
| 2.4. Características botánicas .....                           | 5  |
| 2.5. El maíz en el Ecuador.....                                | 6  |
| 2.6. Maíz amarillo duro .....                                  | 7  |
| 2.7. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo del maíz ..... | 7  |
| 2.8. Fertilización .....                                       | 8  |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS .....                                | 11 |
| 3.1. Ubicación y descripción del campo experimental.....       | 11 |
| 3.2. Material genético.....                                    | 11 |
| 3.3. Métodos.....  | 11 |
| 3.4. Factores estudiados .....                                 | 12 |
| 3.5. Tratamientos.....   | 12 |
| 3.6. Diseño experimental.....                                  | 12 |
| 3.6.1. Esquema del análisis de varianza .....                  | 12 |
| 3.6.2. Análisis funcional.....                                 | 13 |
| 3.7. Dimensión del experimento.....                            | 13 |
| 3.8. Manejo del ensayo .....                                   | 13 |
| 3.8.1. Preparación del terreno .....                           | 13 |
| 3.8.4. Fertilización .....                                     | 14 |
| 3.8.5. Control de malezas .....                                | 14 |
| 3.8.6. Control fitosanitario .....                             | 14 |
| 3.8.7. Cosecha.....  | 14 |
| 3.9. Datos evaluados .....                                     | 14 |
| 3.9.1. Altura de planta.....                                   | 15 |

|  |    |
|--|----|
| 3.9.2. Altura de inserción de mazorca..... | 15 |
| 3.9.3. Diámetro de tallo.....              | 15 |
| 3.9.4. Longitud de mazorca .....           | 15 |
| 3.9.5 Diámetro de mazorca.....             | 15 |
| 3.9.6. Área foliar.....                    | 15 |
| 3.9.7. Peso de 100 granos .....            | 15 |
| 3.9.8. Rendimiento .....                   | 16 |
| 3.9.9. Análisis económico.....             | 16 |
| IV. RESULTADOS.....                        | 17 |
| 4.1. Altura de planta.....                 | 17 |
| 4.2. Altura de inserción de mazorca.....   | 17 |
| 4.3. Diámetro de tallo.....                | 18 |
| 4.4. Longitud de mazorca.....              | 18 |
| 4.5. Diámetro de mazorca.....              | 19 |
| 4.6. Área foliar.....                      | 19 |
| 4.7. Peso de 100 granos .....              | 20 |
| 4.8. Rendimiento .....                     | 20 |
| 4.9. Análisis económico.....               | 20 |
| V. CONCLUSIONES.....                       | 23 |
| VI. RECOMENDACIONES.....                   | 24 |
| VII. RESUMEN.....                          | 25 |
| VIII. SUMMARY .....                        | 26 |
| IX. BIBLIOGRAFÍA .....                     | 27 |
| X. APÉNDICE .....                          | 30 |
| 10.1. Cuadros estadísticos.....            | 30 |

## ÍNDICE DE CUADROS

|  |    |
|--|----|
| Cuadro 1. Total de hectáreas sembradas en Ecuador del cultivo de maíz.....   | 6  |
| Cuadro 2. Producción y rendimiento del maíz duro amarillo.....   | 7  |
| Cuadro 3. Requerimientos nutricionales del cultivo del maíz.....   | 9  |
| Cuadro 4. Tratamientos estudiados FACIAG, 2018. ....   | 12 |
| Cuadro 5. Altura de planta y altura de inserción de mazorca en el cultivo de maíz.<br>FACIAG, 2018.....            | 17 |
| Cuadro 6. Diámetro de tallo y longitud de mazorca en el cultivo de maíz. FACIAG, 2018.<br>.....                    | 18 |
| Cuadro 7. Diámetro de mazorca y área foliar en el cultivo de maíz. FACIAG, 2018. ....                              | 19 |
| Cuadro 8. Peso de 100 granos y análisis económico de la parte aérea en el cultivo de<br>maíz. FACIAG, 2018.....    | 21 |
| Cuadro 9. Análisis económico/ha cultivo de maíz. FACIAG, 2018. ....  | 22 |
| Cuadro 10. Análisis de varianza para altura de planta en el cultivo de maíz. FACIAG,<br>2018.....                  | 30 |
| Cuadro 11. Análisis de varianza para altura inserción de mazorca (cm), en el cultivo de<br>maíz. FACIAG, 2018..... | 30 |
| Cuadro 12. Análisis de varianza para diámetro de tallo (cm), en el cultivo de maíz.<br>FACIAG, 2018.....           | 31 |
| Cuadro 13. Análisis de varianza para longitud de mazorca, en el cultivo de maíz.<br>FACIAG, 2018.....              | 31 |
| Cuadro 14. Análisis de varianza para diámetro de mazorca, en el cultivo de maíz.<br>FACIAG, 2018.....              | 32 |
| Cuadro 15. Análisis de varianza para área foliar en el cultivo de maíz. FACIAG, 2018. ....                         | 32 |
| Cuadro 16. Análisis de varianza para peso de 100 granos en el cultivo de maíz. FACIAG,<br>2018.....                | 33 |
| Cuadro 17. Análisis de varianza para rendimiento, en el cultivo de maíz. FACIAG, 2018.<br>.....                    | 33 |

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*, L), desde muchos años ha sido un cultivo básico en la alimentación de la población de América Latina, el cual puede ser consumido de diferentes formas especialmente como harinas y en forma directa, y un porcentaje muy importante es utilizado en la industria para la elaboración de snacks, además, un alto porcentaje es empleado en la elaboración de balanceados para animales especialmente aves.

En el Ecuador, existe una superficie sembrada de 240 201 ha, con una superficie cosechada de 228.868 ha, y una producción de 1 373 208 T. Específicamente en la provincia de Los Ríos, la superficie sembrada es de 109 056 ha. Con una superficie cosechada de 103 021 ha, con una producción aproximada por hectárea de 592 877 T, con un rendimiento promedio de 6 T lo que es igual a 120 quintales.

Los tipos de suelo en los que se cultiva el maíz son planos con buena fertilidad, y la mayoría en lomas donde la capa productiva u horizonte A es muy delgada o a desaparecido por efectos de la erosión, causa por la que se tiene diferentes niveles de rendimiento, así como la diferencia en el manejo de la fertilidad, lo que también ocasiona la contraste en rendimiento.

La eficiencia de la fertilización, es un parámetro que debe ser tomado en cuenta al momento de calcular una tasa de fertilización, dado que afecta drásticamente las cantidades de fertilizantes a aplicar. Es de amplio conocimiento, que los nutrientes tienen diferentes factores limitantes al ser aplicados en el suelo, lo que genera pérdidas. Estas pérdidas han sido estimadas por diferentes investigadores y deben ser compensadas. Dicha compensación es realizada utilizando el parámetro de eficiencia de la fertilización, el cual dependerá de los siguientes aspectos: Propiedades del nutriente, características del suelo, características de la fuente fertilizante, métodos y épocas de aplicación, condiciones climáticas y características de la planta (Gudelj *et al.*, 2017).

El balance de nutrientes es la diferencia entre la cantidad de nutrientes que entran y que salen de un sistema definido en el espacio y en el tiempo. En

general, estos balances se consideran para la capa de suelo explorada por las raíces en períodos anuales. Los balances pueden resultar deficitarios o acumulativos generándose situaciones de pérdida (egresos) o de ganancia (ingresos). Esta definición permite estimar balances nutricionales de un lote en una campaña agrícola a partir de los nutrientes que egresan del suelo en los granos y forrajes cosechados, en los productos animales y en los residuos de cultivos que son transferidos a otros lotes. Los ingresos de nutrientes al suelo están constituidos por los aportados por fertilizantes, abonos orgánicos (incluyendo residuos de cultivos no generados en el mismo lote) y, en el caso de nitrógeno (N), por la fijación de  $N_2$  del aire. El aporte de nutrientes de los residuos de cultivos realizados en el mismo lote, se considera un reciclaje de nutrientes dentro del mismo sistema suelo y por lo tanto, no se incluye entre los ingresos (Ciampitti y García, 2007)

El Nitrógeno, es un elemento que se lixivia, volatiliza, desnitrifica, y fija, la eficiencia de este nutriente fluctúa entre 70 y 50 %, utilizando el valor más alto cuando los factores que limitan son los mínimos y 50 % cuando se estima pérdidas máximas.

De manera general en el país, la fertilización química de los cultivos se realiza aplicando al suelo las cantidades de fertilizantes que las plantas extraen del suelo detectada a través del análisis del suelo, pero no se considera la cantidad de fertilizante que se pierde por efectos del tipo de suelo, condiciones climáticas al momento de aplicar, solubilidad de las fórmulas aplicadas etc., es decir no se considera la eficiencia de los fertilizantes y fórmulas aplicadas, y esta es una razón del porque muchos cultivos no expresan su máxima potencialidad de rendimiento.

En este trabajo se pretende aplicar las cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio que, con un menor, se pierde nitrógeno del suelo por varios factores internos y externos, para conocer si estas pérdidas expresadas en porcentaje, influyen en el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. General**

Determinar la respuesta a niveles de nitrógeno, fosforo y potasio del cultivo de maíz (*Zea mays*, L), en condiciones de la zona de Babahoyo.

### **1.1.2. Específicos**

- Evaluar la respuesta agronómica del cultivo de maíz (*Zea mays*, L), a niveles de nitrógeno, fosforo y potasio aplicados.
- Establecer el mejor nivel de nitrógeno fosforo y potasio, con efecto de la producción del cultivo de maíz (*Zea mays*, L).
- Efectuar un análisis económico de cada uno de los tratamientos propuestos.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Generalidades del cultivo**

El origen del maíz se encuentra en discusión, se cree que es nativo de México por hallazgos en tribus que se han dado años atrás. La distribución a nivel mundial se dio a finales del siglo XV, después del primer viaje de Cristóbal Colon a México, la difusión de este cereal se dio más rápido en zonas templadas, donde en esos tiempos existía más hectáreas sembradas con mayor rendimiento a comparación del maíz de zonas cálidas (Paliwal et al., 2001).

(Paliwal et al., 2001). El maíz de zonas templadas tiene un ciclo de desarrollo más largo que la mayoría de los maíces producidos en zonas cálidas, el rendimiento de los maíces cálidos iba en aumento y se acercaba a los números de rendimientos de maíces de zonas templadas, con ello fue cambiando la mentalidad de productores, los países más desarrollados empezaron a explotar en mayor escala al maíz de zonas cálidas. Hoy en día el mayor porcentaje de hectáreas sembradas a nivel mundial de este cereal es de maíz amarillo duro.

El maíz es un cultivo transitorio, es decir posee un ciclo vegetativo menor a un año, sigue un ciclo en el que luego de una cosecha los cultivos son retirados del suelo y nuevamente se siembra para obtener nuevas cosechas (Quiroz y Hincapie, 2007).

El maíz es cultivado en varias provincias del Ecuador, los meses de cosecha dependen de las diferentes variedades o especies híbridas, así como también de las condiciones climáticas y el tipo de suelo (Gethi y Worku, 2015).

### **2.2. Clasificación morfológica**

El maíz es una gramínea anual de raíces fasciculadas, robustas que alimentan y sirven de anclaje, se refuerza con la presencia de raíces adventicias que posee la planta.

El tallo es erecto llegando a medir hasta 4 metros de altura con similitud física a la caña de azúcar, las hojas con un total de 15 son alternas, paralelinervias provista de vaina que nace de cada nudo, el maíz es una planta

monoica que presenta flores masculinas y femeninas, la flor masculina se encuentra situada en el ápice de la planta con forma de panícula, la flor femenina se encuentra situada en la mitad de la planta y es considerada como la futura mazorca (Ortas, 2008)

### **2.3. Clasificación taxonómica**

A continuación, se presenta la clasificación taxonómica del cultivo de maíz (Valladares, 2010).

**Reino:** Plantae  
**División:** Magnoliophyta  
**Clase:** Liliopsida  
**Subclase:** Commelinidae  
**Orden:** Poales  
**Familia:** Poaceae  
**Subfamilia:** Panicoideae  
**Clase:** Angiosperma  
**Tribu:** Andropogoneae  
**Género:** Zea  
**Especie:** maíz  
**Nombre científico:** Zea mays L.

### **2.4. Características botánicas**

El maíz pertenece a las monocotiledóneas y presenta las siguientes características, la semilla es de forma redonda o plana, el tamaño varía de acuerdo al tipo o variedad pueden ser pequeñas o grandes, las raíces son robustas, fasciculadas y tiene presencia de raíces adventicias (Ortas, 2008).

El tallo puede alcanzar 4 metros de altura, erecto y sin ramificaciones, presenta entrenudos rellenos de una medula esponjosa. El número de hojas va a depender de la variedad, máximo de 30 hojas siendo 15 el número normal. Son alternas paralelinervias provistas de vaina que nace de cada nudo (Ortas, 2008)

La flor se caracteriza por tener flores dispuestas en una ramificación lateral, envuelta por falsas hojas, el maíz tiene flores masculinas y femeninas, denominándolo una planta monoica. La flor masculina es la panícula, se

encuentra en la parte apical, la flor femenina es la mazorca (Ortas, 2008).

El grano es conformado por cada flor fecundada, la variedad y el vigor de la planta determinara el número de granos y filas de la mazorca, se puede determinar que la media de granos es de 600 a 1000 entre 16 y 20 hileras (Ortas, 2008).

## 2.5. El maíz en el Ecuador

La producción del maíz está distribuida por todo el territorio nacional, con un total aproximado de 500 000 hectáreas sembrados entre los tipos de maíz suave que es la variedad destinada para el consumo interno nacional y la variedad de maíz duro que es utilizado para la industria en la elaboración de balanceados para el consumo animal (Bravo & León, 2013).

En el cuadro 1, podemos apreciar que hay alrededor de 500 000 hectáreas sembradas de maíz a nivel nacional entre los tipos de maíz suave de la Sierra y el duro que se produce en la costa y amazonia, detallamos las hectáreas por región y provincia, siendo en la costa la provincia de Los Ríos la que tiene el mayor número de hectáreas, en la sierra se destaca la provincia de Cotopaxi y en la amazonia la provincia de Orellana.

Cuadro 1. Total de hectáreas sembradas en Ecuador del cultivo de maíz

| <b>Costa</b>                   |               | <b>Sierra</b>                   |               | <b>Oriente</b>                      |             |
|--------------------------------|---------------|---------------------------------|---------------|-------------------------------------|-------------|
| <b>Producción de maíz duro</b> |               | <b>Producción de maíz suave</b> |               | <b>Producción de maíz duro seco</b> |             |
| Los Ríos                       | 110816        | Cotopaxi                        | 38840         | Orellana                            | 4674        |
| Manabí                         | 45521         | Bolívar                         | 31620         | Sucumbios                           | 3382        |
| Guayas                         | 33729         | Azuay                           | 28270         |                                     |             |
| Loja                           | 40454         | Loja                            | 20730         |                                     |             |
|                                |               | Pichincha                       | 13199         |                                     |             |
|                                |               | Chimborazo                      | 12906         |                                     |             |
|                                |               | Imbabura                        | 6789          |                                     |             |
|                                |               | Tungurahua                      | 4682          |                                     |             |
|                                |               | Cañar                           | 3252          |                                     |             |
|                                |               | Carchi                          | 964           |                                     |             |
| <b>TOTAL</b>                   | <b>230520</b> |                                 | <b>201706</b> |                                     | <b>8056</b> |

Fuente: (Bravo & León, 2013).

En Loja se cultivan los dos tipos de maíz duro y suave, con un total de

61184 hectáreas sembradas, teniendo el maíz duro su mayor producción con 40454 hectáreas y 20730 hectáreas sembradas de maíz suave (Bravo & León, 2013).

La región amazónica del Ecuador se caracteriza por sembrar la variedad de maíz duro seco, destacándose las provincias de Orellana con 4 674 hectáreas y Sucumbíos con 3 382 hectáreas sembradas (Bravo & León, 2013).

En el año 2014 la provincia que se destaca por la cantidad de hectáreas sembradas fue Bolívar con más del 30% de producción nacional, alcanzando un rendimiento un aproximado de 2.88 toneladas por hectárea (CGSIN C., 2014).

El maíz suave choclo es una gramínea que necesita grandes proporciones de nitrógeno, por lo cual la mayoría del costo de producción se lleva la implementación de un plan de fertilización a base de nitrógeno y otros elementos menores (CGSIN C., 2014).

## 2.6. Maíz amarillo duro

En el año 2015 la provincia de Los Ríos se destacó en la producción de maíz, con un total de 844,730 toneladas producidas, alcanzando un rendimiento de 5.28 de toneladas por hectárea (CGSIN C. G., 2014).

Cuadro 2. Producción y rendimiento del maíz duro amarillo

| PROVINCIA              | CANTIDAD         | RENDIMIENTO (T/Ha) |
|------------------------|------------------|--------------------|
| LOS RIOS               | 844,730          | 6.09               |
| MANABI                 | 406,981          | 5.03               |
| GUAYAS                 | 249,030          | 4.99               |
| LOJA                   | 207,679          | 5.75               |
| OTROS                  | 25,646           | 4.94               |
| <b>TOTAL, NACIONAL</b> | <b>1,734,066</b> | <b>5.58</b>        |

Fuente: (CGSIN C. G., 2014).

En el cuadro 2, se refleja la producción en toneladas del maíz amarillo duro con un total de 1 734 066 toneladas a nivel nacional, siendo Los Ríos la provincia con mayor producción a nivel de este cultivo con un total de 844 730 toneladas.

## 2.7. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo del maíz

### Adaptación

El maíz es una planta que se puede adaptar a diferentes medios, debido a la buena respuesta frente las condiciones de cada zona, se caracteriza por tener un buen desarrollo vegetativo llegando a una altura de 2 a 3 metros (Flores, 2014).

### **Suelo**

Aunque el cultivo del maíz se adapta fácilmente a condiciones desfavorables, para llegar a tener un excelente rendimiento en la producción hace falta reunir ciertas exigencias, tener suelos francos, franco- arcilloso, franco- limoso, pH de 5.5 a 6.5 que tengan buen drenaje, profundos y que no presenten riesgos de erosión (INTERCALIDAD, 2014).

### **Condiciones climáticas**

Intercalidad (2014) menciona que, para obtener altos rendimiento en la producción se tiene que tener en cuenta el estudio de las condiciones climáticas del lugar donde se va a realizar la siembra, entre las condiciones tenemos:

- Pluviosidad: 650 a 1300 mm/año
- Temperatura: 18 °C a 30 °C
- Humedad relativa: 65 a 85%
- Altitud: 0 – 2.500 msnm.
- Viento: moderado

## **2.8. Fertilización**

Si bien el mejoramiento de la sostenibilidad agrícola depende de la reducción de la dependencia de los insumos externos y de los recursos no renovables y de minimizar el impacto dañino con el ambiente manteniendo o mejorando su productividad y sus ganancias, el uso de agroquímicos bajo la forma de nutrientes puede ser inevitable para los agricultores de las zonas tropicales y subtropicales -así como también el uso de insecticidas, herbicidas y funguicidas- siempre que se usen correctamente y para cada caso particular, a los niveles apropiados y en el momento adecuado (Flores, 2014).

Según Flores (2014) los requerimientos por hectáreas son los

mencionados a continuación:

Cuadro 3. Requerimientos nutricionales del cultivo del maíz

| <b>Requerimientos nutricionales</b> |              |
|-------------------------------------|--------------|
| <b>Elementos</b>                    | <b>KG/HA</b> |
| Nitrógeno                           | 187          |
| Fósforo                             | 38           |
| Potasio                             | 192          |
| Calcio                              | 38           |
| Magnesio                            | 44           |
| Azufre                              | 22           |
| Cobre                               | 0.1          |
| Zinc                                | 0.3          |
| Boro                                | 0.2          |
| Hierro                              | 1.9          |
| Manganeso                           | 0.3          |
| Molibdeno                           | 0.01         |

Estas cifras pueden servir meramente como una guía para estimar la cantidad de nutrimentos necesarios para obtener ciertos rendimientos, siempre que otros factores de producción biótica y abiótica estén presentes a un nivel mínimo y no interfieran con los objetivos establecidos.

Como que los fertilizantes son un insumo de alto costo, es importante conocer el potencial productivo del suelo antes de decidir cuánto fertilizante aplicar. Esto se basa principalmente en:

- Enraizamiento y profundidad del suelo -como resultado de la toxicidad de aluminio, la profundidad efectiva de enraizamiento disminuirá;
- Piso de arado limitando la penetración de las raíces -reduce el potencial de rendimiento;
- Textura -los suelos pesados tienen mayor potencial de producción que los suelos livianos;
- Lluvia total y tipo de lluvia durante el ciclo de crecimiento -cuanta más agua haya disponible, más eficientemente serán utilizados los nutrimentos por

las plantas;

- Potencial de rendimiento y largo del ciclo de crecimiento del cultivar;
- Manejo del cultivo: preparación de suelo, densidad de plantas y control oportuno y eficiente de las malezas; y capacidad y conocimientos del agricultor.

### **Nitrógeno**

El momento de la floración es cuando el maíz demanda la mayor cantidad de nitrógeno, durante toda la asimilación del nitrógeno por la planta en el momento que brotan las flores femeninas, el nitrógeno ha sido consumido más de la mitad de su porcentaje presente en el suelo (Flores, 2014).

### **Fósforo**

Es de mucha importancia para los tejidos jóvenes, ya que es ahí donde se halla su mayor concentración. Aunque no demanda grandes cantidades como el nitrógeno o potasio debido a sus funciones es considerada con un rol importante en el crecimiento de la planta, ya que también ayuda a la formación y desarrollo radicular de la planta (Flores, 2014).

### **Potasio**

Al igual que el nitrógeno, el potasio es un elemento que es muy demandado por el cultivo del maíz, su mayor asimilación por las raíces se da en el primer mes del cultivo (Flores, 2014).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación y descripción del campo experimental

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el recinto la Mariana ubicada en la vía Montalvo – Babahoyo, que tiene las siguientes coordenadas geográficas UTM X: 1.7723946; Y: 79.7102593 <sup>1</sup>, siendo el promedio anual de las precipitaciones 2200 mm, con una humedad relativa del 65 al 80 %, una heliofanía de 7 horas luz diaria y una temperatura 24 °C <sup>2</sup>.

#### 3.2. Material genético

Se utilizó el material híbrido Dekalb 7088, que está más adaptado a la zona y llega a la madurez genética a los 120 días y que distribuye la empresa Ecuaquimica.

| <b>CARACTERISTICAS AGRONOMICAS MAÍZ AMARILLO DURO<br/>DEKALB 7088</b> |           |
|---|-----------|
| Días de floración   | 54        |
| Días a cosecha  | 135       |
| Altura de planta (m)  | 2.32      |
| Altura de inserción de mazorca (m)                                    | 1.45      |
| Cobertura a mazorca   | Buena     |
| Numero de hileras por mazorca   | 16-20     |
| Relación tuza grano   | 81/19     |
| Potencial de rendimiento  | 280 qq/ha |

Fuente: Ficha técnica Dekalb 7088, Ecuaquimica

#### 3.3. Métodos

Se utilizaron los métodos inductivos - deductivos; deductivos – inductivos y experimentales.

-----  
<sup>1</sup> Fuente: GPS Garmin x 30

<sup>2</sup> Fuente: Estación meteorológica UTB, INAHMI, 2018

### 3.4. Factores estudiados

Variable dependiente: Respuesta del cultivo de maíz.

Variedad independiente: Dosis de macronutrientes N, P, K

### 3.5. Tratamientos

El estudio fue constituido por seis tratamientos y cuatro porcentajes de posibles eficiencias que se deben considerar en los cálculos de fertilización para el cultivo de maíz a fin de alcanzar el mejor rendimiento 90; 80; 60; 40 % y por cuatro repeticiones.

Cuadro 4. Tratamientos estudiados FACIAG, 2018.

| Tratamiento            | Dosis de fertilizantes en Kg/ha |  |                            |
|------------------------|---------------------------------|--|----------------------------|
|                        | Nitrógeno (N)                   | Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | Potasio (K <sub>2</sub> O) |
| T1= Fertilización base | 140                             | 60                                       | 90                         |
| T2= + 60 % (N-P-K)     | 224                             | 96                                       | 144                        |
| T3= + 40 % (N-P-K)     | 196                             | 84                                       | 126                        |
| T4= + 20 % (N-P-K)     | 168                             | 72                                       | 108                        |
| T5= + 10 % (N-P-K)     | 154                             | 66                                       | 96                         |
| T6= + 60 % (N)         | 224                             | 60                                       | 90                         |

### 3.6. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar.

#### 3.6.1. Esquema del análisis de varianza

Se desarrolló el ANDEVA mediante el siguiente esquema:

| <b>Fuente de variación</b> | <b>Grados de libertad</b> |
|----------------------------|---------------------------|
| Tratamiento                | 5                         |
| Repeticiones               | 3                         |
| Error experimental         | 15                        |
| Total                      | 23                        |

### **3.6.2. Análisis funcional**

Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza, utilizándose la prueba de significancia de Tukey al 95 % de probabilidad para las comparaciones de las medias de los tratamientos.

### **3.7. Dimensión del experimento**

|                                 |                    |
|---------------------------------|--------------------|
| Número de Unidad experimental   | 24                 |
| Número de tratamientos          | 6                  |
| Número de repeticiones          | 4                  |
| Distanciamiento entre plantas   | 0.2 m              |
| Distanciamiento entre hileras   | 0,8 m              |
| Plantas por Unidad experimental | 187,5              |
| Total, de plantas               | 4500               |
| Separación entre UE             | 1 m                |
| Separación entre bloques        | 1.5 m              |
| Área del estudio                | 900 m <sup>2</sup> |

### **3.8. Manejo del ensayo**

Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo de maíz para su normal desarrollo, tales como:

#### **3.8.1. Preparación del terreno**

La preparación de terreno donde se efectuó la siembra consistió en un pase de Rome-plow profundo y dos pases de rastra cruzados, con la finalidad de dejar lo más disgregado el suelo, que no perjudique la germinación de la semilla.

#### **3.8.4. Fertilización**

Se aplicó un programa de fertilización en base al requerimiento nutricional del cultivo sembrado, el cual fue fraccionado en tres partes. El fosforo y potasio se aplicó en su totalidad en la primera fertilización a la siembra, mientras que el nitrógeno se fracciono el 50 % a los 20 y el 50 % restante a 40 días después de la siembra. Como fuentes de estos nutrientes se utilizó: Urea, Fosfato Diamonico DAP, y Muriato de Potasio MOP.

#### **3.8.5. Control de malezas**

Se aplicó herbicidas pre emergente después del pase de arado, utilizando 2 litros de glifosato con 1,5 kilogramos de atrazina por hectárea. Después para el control post emergente se utilizó nicosulfuron en dosis de 64 gramos/ha y 2 kilogramos/ha de atrazina.

#### **3.8.6. Control fitosanitario**

Para el control de langosta (*Spodoptera frugiperda*) se aplicó Clorpirifos en dosis de 750 cm<sup>3</sup>/ha a los 40 días después de la siembra.

Durante el desarrollo del cultivo se efectuó un control la enfermedad mancha de asfalto con tebuconazol 500 cc/ha.

#### **3.8.7. Cosecha**

La cosecha se realizó en forma manual, conforme se presente la madurez fisiológica de las plantas en los diferentes tratamientos.

Se procedió a realizar la recolección de las mazorcas de maíz de las dos hileras centrales de cada uno de los tratamientos, colocándolas dentro de un saco las mazorcas recolectadas con su respectiva marcación de número de tratamiento y repetición para llevar datos de una forma correcta, el desgrano del maíz se lo efectuó de forma manual con su respectiva identificación para determinar la producción.

### **3.9. Datos evaluados**

Para estimar los efectos de los tratamientos, se tomaron los siguientes datos dentro del área experimental:

### **3.9.1. Altura de planta**

Se realizó al momento de cosecha, midiendo la distancia que existe desde la base del tallo hasta la zona donde inicia la panícula.

### **3.9.2. Altura de inserción de mazorca**

A la cosecha, con ayuda de una regla, se evaluó la altura de inserción de mazorca en 10 plantas al azar, considerando la altura desde la base del tallo hasta el punto de inserción de la mazorca principal en centímetro (cm).

### **3.9.3. Diámetro de tallo**

Se tomó el diámetro del tallo midiendo en ancho del segundo entrenudo del tallo, expresado en centímetro.

### **3.9.4. Longitud de mazorca**

Al momento de la cosecha se midió el largo de mazorca, se expresó en cm.

### **3.9.5 Diámetro de mazorca**

Al momento de la cosecha se midió el ancho de mazorca, se expresó en cm.

### **3.9.6. Área foliar**

Al momento de la floración se midió el ancho y el largo de la hoja opuesta a la mazorca, y se multiplico por la constante 0.75, este dato se expresó en cm.

### **3.9.7. Peso de 100 granos**

Se tomaron 100 granos, libres de daños de insectos y enfermedades por cada parcela experimental, luego se procedió a pesar en una balanza de precisión cuyos pesos se expresaron en gramos.

### **3.9.8. Rendimiento**

Se determinó el peso fresco de grano cosechado (PFG) en las dos hileras centrales de cada tratamiento (área de cosecha AC), el porcentaje de humedad del grano a la cosecha (HG) y el resultado se expresó en kilos por hectárea ajustado al 13 % de humedad. Para el cálculo se utilizó la siguiente fórmula.

$$\text{Rendimiento (kg/ha)} = (\text{PFG} * (100 - \text{HG}) / 87) * (10000 / \text{AC}).$$

### **3.9.9. Análisis económico**

Para este análisis se consideró la ganancia neta que genera el cultivo, relacionando los gastos generados con el ingreso logrado por la venta del producto final que es el grano de maíz.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. Altura de planta**

La variable altura de planta muestra sus promedios en el mismo Cuadro 5. El análisis de varianza no detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 11,8 %.

El tratamiento 226 N – 96 P – 144 K/ha, obtuvo mayor altura de planta, con 216,88 cm, estadísticamente igual a todos los tratamientos, siendo el menor valor para el tratamiento T3 en dosis de 40 % (60 % eficiencia N-P-K), con 114,63 cm.

### **4.2. Altura de inserción de mazorca**

En lo que respecta a la variable altura de inserción de mazorca, el análisis de varianza detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 1.77 % (Cuadro 5).

El tratamiento 2 en dosis de 60 % (40 % eficiencia N-P-K), presentó mayor altura de inserción de mazorca con 107,35 cm; estadísticamente diferente al resto de tratamientos que se aplicaron diferentes niveles de fertilizantes y superiores estadísticamente al tratamiento T1, con 101,78 cm.

Cuadro 5. Altura de planta y altura de inserción de mazorca en el cultivo de maíz. FACIAG, 2018.

| Tratamientos                 | Dosis/<br>Kg/ha |     |     | Altura de<br>planta | Altura de<br>inserción<br>de mazorca |
|------------------------------|-----------------|-----|-----|---------------------|--------------------------------------|
|                              | Nº              | (N) | (P) |                     |                                      |
| T1                           | 140             | 60  | 90  | 203.18 a            | 101.78 a                             |
| T2                           | 224             | 96  | 144 | 216.88 a            | 107.35 b                             |
| T3                           | 196             | 84  | 126 | 114.63 a            | 102.35 a                             |
| T4                           | 168             | 72  | 108 | 210.05 a            | 102.5 a                              |
| T5                           | 154             | 66  | 96  | 207.3 a             | 102.55 a                             |
| T6                           | 224             | 60  | 90  | 206.6 a             | 102.15 a                             |
| Promedio general             |                 |     |     | 193.1               | 103.1                                |
| Significancia estadística    |                 |     |     | ns                  | *                                    |
| Coeficiente de variación (%) |                 |     |     | 11.8                | 1.77                                 |

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

### 4.3. Diámetro de tallo

En el Cuadro 6 se registran los promedios del diámetro de tallo. El análisis de varianza reportó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 2,61 %.

El tratamiento 2 con dosis de 60 % (40 % eficiencia N-P-K), presentó mayor diámetro del tallo con 2,85 mm; seguido a este se encuentra el T1 con un diámetro del tallo de 2,78 mm, el tratamiento que presentó el diámetro más bajo fue T5 con dosis de 10 % (90 % eficiencia N-P-K) 2,58 mm.

### 4.4. Longitud de mazorca

En el Cuadro 6 se registran los promedios para longitud de mazorca. El análisis de varianza reportó altas diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 2,52 %.

El tratamiento 2 con dosis de 60 % (40 % eficiencia N-P-K) reportó la mayor longitud de mazorca con 17,88; seguido el T1 con una longitud de 16,88. El tratamiento que presentó el rendimiento más bajo fue el T6 con dosis de 60 % N (40 % eficiencia N) con 15,9.

Cuadro 6. Diámetro de tallo y longitud de mazorca en el cultivo de maíz. FACIAG, 2018.

| Tratamientos                 | Dosis/<br>Kg/ha |     |     | Diámetro de<br>tallo | Longitud de<br>mazorca |
|------------------------------|-----------------|-----|-----|----------------------|------------------------|
|                              | Nº              | (N) | (P) |                      |                        |
| T1                           | 140             | 60  | 90  | 2.78 a               | 16.88 b                |
| T2                           | 224             | 96  | 144 | 2.85 a               | 17.88 a                |
| T3                           | 196             | 84  | 126 | 2.7 ab               | 16.23 bc               |
| T4                           | 168             | 72  | 108 | 2.62 b               | 15.98 bc               |
| T5                           | 154             | 66  | 96  | 2.58 b               | 16.4 bc                |
| T6                           | 224             | 60  | 90  | 2.6 b                | 15.9 c                 |
| Promedio general             |                 |     |     | 2.68                 | 16.54                  |
| Significancia estadística    |                 |     |     | *                    | **                     |
| Coeficiente de variación (%) |                 |     |     | 2.61                 | 2.52                   |

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.5. Diámetro de mazorca

En la variable diámetro de mazorca, el análisis de varianza detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 2,26 % (Cuadro 7).

El tratamiento 2 con dosis de 60 % (40 % eficiencia N-P-K), obtuvo mayor diámetro de mazorca (5,66), estadísticamente diferente a todos los tratamientos, pero superiores al tratamiento 5 con dosis de 10 % (90% eficiencia N-P-K), que presentó el menor valor (5,15).

#### 4.6. Área foliar

En el Cuadro 7 se observan los resultados de área foliar, el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 2,32 %.

El tratamiento 2 con dosis de 60 % (40 % eficiencia N-P-K), reportó 543,95 cm<sup>2</sup> de área foliar, estadísticamente diferente al resto de tratamientos que se aplicaron, el tratamiento que presentó el resultado más bajo fue el T4, en dosis de 20 % (80 % eficiencia N-P-K) con 511,4 cm<sup>2</sup>.

Cuadro 7. Diámetro de mazorca y área foliar en el cultivo de maíz. FACIAG, 2018.

| Tratamientos                 | Dosis/<br>Kg/ha |     |     | Diámetro de<br>mazorca | Área foliar |
|------------------------------|-----------------|-----|-----|------------------------|-------------|
| Nº                           | (N)             | (P) | (K) |                        |             |
| T1                           | 140             | 60  | 90  | 5.36 b                 | 481.38 d    |
| T2                           | 224             | 96  | 144 | 5.66 a                 | 543.95 a    |
| T3                           | 196             | 84  | 126 | 5.26 b                 | 494.34 cd   |
| T4                           | 168             | 72  | 108 | 5.21 b                 | 511.4 bc    |
| T5                           | 154             | 66  | 96  | 5.15 b                 | 523.02 ab   |
| T6                           | 224             | 60  | 90  | 5.33 b                 | 534.5 ab    |
| Promedio general             |                 |     |     | 5.33                   | 514.765     |
| Significancia estadística    |                 |     |     | *                      | **          |
| Coeficiente de variación (%) |                 |     |     | 2.26                   | 2.52        |

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.7. Peso de 100 granos

En la variable peso de 100 granos el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 2,08 %.

En el tratamiento 2 con dosis de 60 % (40 % eficiencia N-P-K) obtuvo mayor peso de 100 granos (41,5 g), y superior al tratamiento 6 en dosis de 60 % N (40 % eficiencia N), que presentó el menor valor 31,68 g (Cuadro 8).

#### 4.8. Rendimiento

En la variable rendimiento el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 0,38 %.

En el tratamiento 2 con dosis de 60 % (40 % eficiencia N-P-K) obtuvo mayor rendimiento con (5,51 kg), y superior al tratamiento 5 en dosis de 10 % (90 % eficiencia N-P-K), que presentó el menor valor (4,94). (Cuadro 8).

#### 4.9. Análisis económico

En el Cuadro 9 se observa el análisis económico. El costo fijo generado para producir una hectárea de maíz es de \$ 850, dando como mayor beneficio neto el tratamiento 4 con dosis de 60 % (N) con \$ 247.88.

Cuadro 8. Peso de 100 granos y análisis económico de la parte aérea en el cultivo de maíz. FACIAG, 2018.

| Tratamientos                 |     | Dosis/<br>Kg/ha |     | Peso de<br>100 granos | Rendimiento<br>Kg/ha |
|------------------------------|-----|-----------------|-----|-----------------------|----------------------|
| Nº                           | (N) | (P)             | (K) |                       |                      |
| T1                           | 140 | 60              | 90  | 37.45 b               | 4.99 d               |
| T2                           | 224 | 96              | 144 | 41.5 a                | 5.51 a               |
| T3                           | 196 | 84              | 126 | 39.08 b               | 5.08 c               |
| T4                           | 168 | 72              | 108 | 34.53 c               | 5.37 b               |
| T5                           | 154 | 66              | 96  | 37.43 b               | 4.94 d               |
| T6                           | 224 | 60              | 90  | 31.68 d               | 5.09 c               |
| Promedio general             |     |                 |     | 36.94                 | 5.16                 |
| Significancia estadística    |     |                 |     | **                    | **                   |
| Coeficiente de variación (%) |     |                 |     | 2.08                  | 0.38                 |

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

Cuadro 9. Análisis económico/ha cultivo de maíz. FACIAG, 2018.

| Tratamientos |                    |          |     |     | Rend.<br>kg/ha | Quint/ha | Valor de<br>producción<br>(USD) | Costo de producción (USD) |           |                                  |                         |             | Beneficio<br>neto (USD) |
|--------------|--------------------|----------|-----|-----|----------------|----------|---------------------------------|---------------------------|-----------|----------------------------------|-------------------------|-------------|-------------------------|
| N°           | Producto           | Dosis/ha |     |     |                |          |                                 | Fijos                     | Variables |                                  |                         | Total       |                         |
|              |                    | (N)      | (P) | (K) |                |          |                                 |                           | Productos | Jornales<br>para<br>tratamientos | Cosecha +<br>Transporte |             |                         |
| T1           | Fertilización base | 140      | 60  | 90  | 4990           | 109.78   | \$ 1,536.92                     | \$ 850.00                 | \$ 292.20 | \$ 56.00                         | \$ 137.23               | \$ 1,335.43 | \$ 201.49               |
| T2           | + 60 % (N-P-K)     | 224      | 96  | 144 | 5510           | 121.22   | \$ 1,697.08                     | \$ 850.00                 | \$ 470.78 | \$ 56.00                         | \$ 151.53               | \$ 1,528.31 | \$ 168.77               |
| T3           | + 40 % (N-P-K)     | 196      | 84  | 126 | 5080           | 111.76   | \$ 1,564.64                     | \$ 850.00                 | \$ 412.11 | \$ 56.00                         | \$ 139.70               | \$ 1,457.81 | \$ 106.83               |
| T4           | + 20 % (N-P-K)     | 168      | 72  | 108 | 5370           | 118.14   | \$ 1,653.96                     | \$ 850.00                 | \$ 352.40 | \$ 56.00                         | \$ 147.68               | \$ 1,406.08 | \$ 247.88               |
| T5           | + 10 % (N-P-K)     | 154      | 66  | 96  | 4940           | 108.68   | \$ 1,521.52                     | \$ 850.00                 | \$ 317.00 | \$ 56.00                         | \$ 135.85               | \$ 1,358.85 | \$ 162.67               |
| T6           | + 60 % (N)         | 224      | 60  | 90  | 5090           | 111.98   | \$ 1,567.72                     | \$ 850.00                 | \$ 377.90 | \$ 56.00                         | \$ 139.98               | \$ 1,423.88 | \$ 143.84               |

UREA = \$ 23.00 (Saco 50 Kg)

0.46

Jornal = \$ 12.00

DAP = \$ 27 (Saco 50 Kg)

0.54

Costo Quinta de 100 lb= \$ 14

MURIATO DE POTASIO \$ 28 (Saco 50 Kg)

0.56

Cosecha + transporte = \$ 1.25

## V. CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos en el trabajo experimental, se puede concluir lo siguiente:

- Los fertilizantes edáficos aplicados en los tratamientos T2, T3, T4, T5 y T6 no mostraron diferencias estadísticas en la altura con respecto al T1 sembrado con un plan de fertilización básica.
- El tratamiento T2 a una dosis de 60 % (40 % eficiencia N-P-K) reacciono de manera superior que los tratamientos T1, T3, T4, T5 y T6 con la altura de la inserción de la mazorca.
- En el peso de 100 semillas el tratamiento T2 a una dosis de 60 % (40 % eficiencia N-P-K), obtuvo una diferencia significativa con respecto al resto de los tratamientos, T6 a una dosis de 60 % N (40 % eficiencia N) presento el valor más bajo inclusive que el T1.
- El mejor rendimiento que se obtuvo fue el tratamiento T2, donde alcanzo 5510 kg/ha, a diferencia del valor más bajo con el tratamiento T5 con 4940 kg/ha.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Por lo expuesto se recomienda:

- Establecer nuevos estudios con diferentes dosis y días de aplicación, donde se pueda aprovechar de manera óptima todos los beneficios de este tipo de fertilizantes.
- Realizar investigaciones con otros híbridos y variedades de maíz que se cultivan en la zona.

## VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el recinto la Mariana ubicada en la vía Montalvo – Babahoyo, que tiene las siguientes coordenadas geográficas UTM X: 1.7723946; Y:79.7102593, siendo el promedio anual de las precipitaciones 2200 mm, con una humedad relativa del 65 al 80 %, una heliofanía de 7 horas luz diaria y una temperatura 24 grados centígrados. Como material de siembra se utilizaron híbrido Dekalb 7088, que está más adaptada a la zona y llega a la madurez genética a los 120 días. Los tratamientos estuvieron constituidos por los diferentes niveles de fertilizantes como son: 60 % (40 % eficiencia N-P-K), 40 % (60 % eficiencia N-P-K), 20 % (80 % eficiencia N-P-K), 10 % (90 % eficiencia N-P-K), 60 % N (40 % eficiencia N); más un tratamiento con aplicación de fertilización base. Se empleó el diseño experimental Bloques Completos al Azar con seis tratamientos y 4 repeticiones, la prueba de significancia utilizada fue de Tukey al 95 % de probabilidad. Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo de maíz para su normal desarrollo como preparación de suelo, siembra, fertilización, control de malezas, control fitosanitario y cosecha. Para estimar los efectos de los tratamientos, se tomaron los siguientes datos: altura de planta, altura de inserción de mazorca, diámetro de tallo, longitud de mazorca, diámetro de mazorca, área foliar, peso de 100 granos, rendimiento, análisis económico. Por los resultados obtenidos se determinó que los fertilizantes edáficos aplicados en los tratamientos T2, T3, T4, T5 y T6 no mostraron diferencias estadísticas en la altura con respecto al T1 sembrado con un plan de fertilización básica. El tratamiento T2 a una dosis de 60 % (40 % eficiencia N-P-K) reacciono de manera superior que los tratamientos T1, T3, T4, T5 y T6 con la altura de la inserción de la mazorca. En el peso de 100 semillas el tratamiento T2 a una dosis de 60 % (40 % eficiencia N-P-K), obtuvo una diferencia significativa con respecto al resto de los tratamientos, T6 a una dosis de 60 % N (40 % eficiencia N) presento el valor más bajo inclusive que el T1. El mejor rendimiento que se obtuvo fue el tratamiento T2, donde alcanzo 5510 kg/ha, a diferencia del valor más bajo con el tratamiento T5 con 4940 kg/ha.

**Palabras claves:** Niveles, respuesta, Cultivo de Maíz

## VIII. SUMMARY

The present research work was developed in the Mariana enclosure located on the Montalvo - Babahoyo road, which has the following geographic coordinates UTM X: 1.7723946; Y: 79.7102593, with an annual rainfall of 2200 mm, with a relative humidity of 65 to 80%, a heliophany of 7 daily light hours and a temperature of 24 degrees Celsius. As planting material Hybrid Dekalb 7088 was used, which is more adapted to the area and reaches genetic maturity at 120 days. The treatments were constituted by the different levels of fertilizers such as: 60% (40% efficiency NPK), 40% (60% efficiency NPK), 20% (80% efficiency NPK), 10% (90% efficiency NPK), 60 % N (40% efficiency N); plus a treatment with application of base fertilization. We used the experimental design Random Complete Blocks with six treatments and 4 repetitions, the test of significance used was Tukey at 95% probability. All the necessary agricultural work was done in the corn crop for its normal development as soil preparation, sowing, fertilization, weed control, phytosanitary control and harvesting. To estimate the effects of the treatments, the following data were taken: plant height, ear insert height, stem diameter, ear length, ear diameter, leaf area, weight of 100 grains, yield, economic analysis. From the results obtained it was determined that the soil fertilizers applied in the treatments T2, T3, T4, T5 and T6 did not show statistical differences in the height with respect to the T1 planted with a basic fertilization plan. The treatment T2 at a dose of 60% (40% efficiency N-P-K) reacted in a superior way than the treatments T1, T3, T4, T5 and T6 with the height of the insertion of the ear. In the weight of 100 seeds the treatment T2 at a dose of 60% (40% efficiency NPK), obtained a significant difference with respect to the rest of the treatments, T6 at a dose of 60% N (40% efficiency N) presented the lower value inclusive than T1. The best performance obtained was the T2 treatment, where it reached 5510 kg / ha, unlike the lowest value with the T5 treatment with 4940 kg / ha.

Key words: Levels, response, Corn cultivation.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Bravo, E., & León, X. (2013). MONITOREO PARTICIPATIVO DEL MAÍZ ECUATORIANO PARA DETECTAR LA PRESENCIA DE PROTEÍNAS TRANSGÉNICAS. *La Granja*, 17(1), 17-18. Recuperado el 17 de Julio de 2018, de [http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/32297085/Bravo\\_Maiz.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1500310732&Signature=mECInJaqEG1ivpMc%2BcngVCFiakk%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMONITOREO\\_PARTICIPATIVO\\_D\\_EL\\_MAIZ\\_E](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/32297085/Bravo_Maiz.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1500310732&Signature=mECInJaqEG1ivpMc%2BcngVCFiakk%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMONITOREO_PARTICIPATIVO_D_EL_MAIZ_E).
- CGSIN, C. (2014). BOLETÍN SITUACIONAL MAÍZ SUAVE CHOCLO. Recuperado el 27 de Julio de 2018, de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/cultivo/2014/jboletin-situacional-maiz-suave-choclo.pdf>.
- Ciampitti I.A. y F.O. García. 2007. Requerimientos nutricionales, absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. I Cereales, Oleaginosos e Industriales. *Informaciones Agronómicas* N° 33, *Archivo Agronómico* N° 11. IPNI Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires, Argentina. Disponible en [http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/\\$webindex/E036AC788900A6560325728E0069FF05](http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/$webindex/E036AC788900A6560325728E0069FF05).
- Flores, H. D. (2014). Guía técnica El cultivo de maíz. Obtenido de <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/GuiaTecnica%20Maiz%202014.pdf>
- Gethi, J., y Worku, M. (2015). Manual de producción de semilla de maíz híbrido. México, D.F: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo [CIMMYT].

Gudelj, Vicente; Vallone, Pedro; Galarza, Carlos; Anselmi, Henry; Donadio, Horacio; Salafia, Analia; Videla Mensegue, Horacio; Conde, Belén. 2017 fertilización en maíz. Resultado de experimentos de fertilización con nitrógeno, fósforo, azufre y zinc. Informe de Actualización Técnica en línea N° 8, EEA INTA Marcos Juárez, paginas 45-51.

INTERCALIDAD. (2014). GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS PARA MAÍZ DURO. Obtenido de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/inocuidad/guia-maiz-duro.pdf>

Ortas, L. (2008). EL CULTIVO DEL MAÍZ: FISIOLOGÍA Y ASPECTOS GENERALES. Obtenido de: <https://rdudemo.unc.edu.ar/bitstream/handle/123456789/703/Agrigan%20bolet%20C3%ADn%207.pdf?sequence=1>.

Paliwal, & et all. (2001). EL MAÍZ EN LOS TROPICOS: Mejoramiento y producción. Roma. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=os79dx6BcmsC&oi=fnd&pg=PA345&dq=produccion+de+maiz+en+el+mundo&ots=O\\_PzQkJV0c&sig=VA7BUSHDvBKhbqIcalh\\_gZXq3s&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=os79dx6BcmsC&oi=fnd&pg=PA345&dq=produccion+de+maiz+en+el+mundo&ots=O_PzQkJV0c&sig=VA7BUSHDvBKhbqIcalh_gZXq3s&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false).

Quiroz, D., & Merchán, M. (2016). Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de maíz duro. Quito. Estación Experimental Tropical Pichilingue, Quevedo. Obtenido de [http://sinagap.agricultura.gob.ec/infoproductor/maiz/descargas/buenas\\_practicas/iniap.pdf](http://sinagap.agricultura.gob.ec/infoproductor/maiz/descargas/buenas_practicas/iniap.pdf).

Quiroz, T., y Hincapie, E. (2007). Pérdidas de suelo por erosión en sistemas de producción de café con cultivos intercalados. *Cenicafé*, 58(3), 227–235.

Valladares, C. A. (2010). Taxonomía y Botánica de los Cultivos de Grano. Ceiba, Honduras. Recuperado el 26 de Julio de 2018, 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).

Aldrich, R. S. 1974. Producción moderna del maíz. 1. Ed. Editorial hemisferio sur,

Buenos Aires, Argentina. 21, 35 p.

Harrison, P., 2002. Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030. Informe resumido, Roma, Italia: FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Manrique, A. 1997. El maíz en el Perú. 2. Ed. Edición Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Lima-Perú. 98-104,120-131,222-254 p.

Morales, M.J. 1970. Comparativo de N, P, K en el cultivo de maíz. Valle Chancay-Lambayeque. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 72 pp.

Pinochet, D. 2004. Fósforo Olsen y su relación con la nutrición de los cultivos en los agroecosistemas chilenos. Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos. Universidad Austral de Chile.

Rodríguez. 1993. La fertilización de los cultivos, un Método racional. Santiago: Universidad Católica de Chile.

García, R. 2016. Efecto de sistemas de labranza en propiedades físicas del suelo y desarrollo radicular del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* W.). Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, 18.

Carrillo, M., Cedeño, J., Aldeán, A., Dávila, S. (2010). Manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de maíz, en Santo Domingo de los colorados y Patricia Pilar. XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo, 1-16.

Espinosa, J., García, J. (2008). Herramienta para mejorar la eficiencia de uso de nutrientes en maíz. IPNI, 10-16.

Below, F. (2002). Fisiología, nutrición y fertilización nitrogenada del maíz. INPOFOS, Informaciones Agronomicas, 3-8

## X. APÉNDICE

### 10.1. Cuadros estadísticos

Cuadro 10. Análisis de varianza para altura de planta en el cultivo de maíz. FACIAG, 2018.

| <b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b> |            |    |           |      |         |
|--|------------|----|-----------|------|---------|
| F.V.   | SC         | gl | CM        | F    | p-valor |
| Modelo.  | 3283051.12 | 8  | 410381.39 | 2.27 | 0.0818  |
| Repeticiones   | 547566.02  | 3  | 182522.01 | 1.01 | 0.4165  |
| Tratamientos   | 2735485.1  | 5  | 547097.02 | 3.02 | 0.044   |
| Error  | 2715850.47 | 15 | 181056.7  |      |         |
| Total  | 5998901.59 | 23 |           |      |         |
| <b>Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=977.54724</b>           |            |    |           |      |         |
| <b>Error: 181056.6979 gl: 15</b>                     |            |    |           |      |         |
| Tratamientos   | Medias     | n  | E.E.      |      |         |
| 1  | 203.18     | 4  | 212.75    | A    |         |
| 2  | 216.88     | 4  | 212.75    | A    |         |
| 3  | 114.63     | 4  | 212.75    | A    |         |
| 4  | 210.05     | 4  | 212.75    | A    |         |
| 5  | 207.3      | 4  | 212.75    | A    |         |
| 6  | 206.6      | 4  | 212.75    | A    |         |

Cuadro 11. Análisis de varianza para altura inserción de mazorca (cm), en el cultivo de maíz. FACIAG, 2018.

| <b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b> |        |    |       |      |         |
|--|--------|----|-------|------|---------|
| F.V.   | SC     | gl | CM    | F    | p-valor |
| Modelo.  | 93.12  | 8  | 11.64 | 3.49 | 0.0178  |
| Repeticiones   | 5.34   | 3  | 1.78  | 0.53 | 0.6662  |
| Tratamientos   | 87.78  | 5  | 17.56 | 5.26 | 0.0055  |
| Error  | 50.08  | 15 | 3.34  |      |         |
| Total  | 143.21 | 23 |       |      |         |
| <b>Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=4.19788</b>             |        |    |       |      |         |
| <b>Error: 3.3389 gl: 15</b>                          |        |    |       |      |         |
| Tratamientos   | Medias | n  | E.E.  |      |         |
| 1  | 101.78 | 4  | 0.91  |      | B       |
| 2  | 107.35 | 4  | 0.91  | A    |         |

|   |        |   |      |   |
|---|--------|---|------|---|
| 3 | 102.35 | 4 | 0.91 | B |
| 4 | 102.5  | 4 | 0.91 | B |
| 5 | 102.55 | 4 | 0.91 | B |
| 6 | 102.15 | 4 | 0.91 | B |

Cuadro 12. Análisis de varianza para diámetro de tallo (cm), en el cultivo de maíz. FACIAG, 2018.

| <b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b> |          |    |          |       |         |
|--|----------|----|----------|-------|---------|
| F.V.   | SC       | gl | CM       | F     | p-valor |
| Modelo.  | 0.25     | 8  | 0.03     | 6.35  | 0.0011  |
| Repeticiones   | 2.90E-03 | 3  | 9.70E-04 | 0.2   | 0.8961  |
| Tratamientos   | 0.25     | 5  | 0.05     | 10.04 | 0.0002  |
| Error  | 0.07     | 15 | 4.90E-03 |       |         |
| Total  | 0.32     | 23 |          |       |         |

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.16083**  
**Error: 0.0049 gl: 15**

| Tratamientos | Medias | n | E.E. |   |   |
|--------------|--------|---|------|---|---|
| 1            | 2.78   | 4 | 0.04 | A |   |
| 2            | 2.85   | 4 | 0.04 | A |   |
| 3            | 2.7    | 4 | 0.04 | A | B |
| 4            | 2.62   | 4 | 0.04 |   | B |
| 5            | 2.58   | 4 | 0.04 |   | B |
| 6            | 2.6    | 4 | 0.04 |   | B |

Cuadro 13. Análisis de varianza para longitud de mazorca, en el cultivo de maíz. FACIAG, 2018.

| <b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b> |       |    |      |       |         |
|--|-------|----|------|-------|---------|
| F.V.   | SC    | gl | CM   | F     | p-valor |
| Modelo.  | 11.21 | 8  | 1.4  | 8.06  | 0.0003  |
| Repeticiones   | 0.24  | 3  | 0.08 | 0.46  | 0.7121  |
| Tratamientos   | 10.97 | 5  | 2.19 | 12.62 | 0.0001  |
| Error  | 2.61  | 15 | 0.17 |       |         |
| Total  | 13.82 | 23 |      |       |         |

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.95800**  
**Error: 0.1739 gl: 15**

| Tratamientos | Medias | n | E.E. |   |     |
|--------------|--------|---|------|---|-----|
| 1            | 16.88  | 4 | 0.21 |   | B   |
| 2            | 17.88  | 4 | 0.21 | A |     |
| 3            | 16.23  | 4 | 0.21 |   | B C |
| 4            | 15.98  | 4 | 0.21 |   | B C |

|   |      |   |      |   |   |
|---|------|---|------|---|---|
| 5 | 16.4 | 4 | 0.21 | B | C |
| 6 | 15.9 | 4 | 0.21 |   | C |

Cuadro 14. Análisis de varianza para diámetro de mazorca, en el cultivo de maíz. FACIAG, 2018.

| <b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b> |        |    |      |      |         |
|--|--------|----|------|------|---------|
| F.V.   | SC     | gl | CM   | F    | p-valor |
| Modelo.  | 0.68   | 8  | 0.08 | 5.85 | 0.0017  |
| Repeticiones   | 0.04   | 3  | 0.01 | 1.01 | 0.4152  |
| Tratamientos   | 0.63   | 5  | 0.13 | 8.76 | 0.0005  |
| Error  | 0.22   | 15 | 0.01 |      |         |
| Total  | 0.89   | 23 |      |      |         |
| <b>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.27612</b>              |        |    |      |      |         |
| <b>Error: 0.0144 gl: 15</b>                          |        |    |      |      |         |
| Tratamientos   | Medias | n  | E.E. |      |         |
| 1  | 5.36   | 4  | 0.06 |      | B       |
| 2  | 5.66   | 4  | 0.06 | A    |         |
| 3  | 5.26   | 4  | 0.06 |      | B       |
| 4  | 5.21   | 4  | 0.06 |      | B       |
| 5  | 5.15   | 4  | 0.06 |      | B       |
| 6  | 5.33   | 4  | 0.06 |      | B       |

Cuadro 15. Análisis de varianza para área foliar en el cultivo de maíz. FACIAG, 2018.

| <b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b> |          |    |         |       |         |
|--|----------|----|---------|-------|---------|
| F.V.   | SC       | gl | CM      | F     | p-valor |
| Modelo.  | 12725.15 | 8  | 1590.64 | 11.14 | <0.0001 |
| Repeticiones   | 1312.69  | 3  | 437.56  | 3.07  | 0.0603  |
| Tratamientos   | 11412.46 | 5  | 2282.49 | 15.99 | <0.0001 |
| Error  | 2141.29  | 15 | 142.75  |       |         |
| Total  | 14866.45 | 23 |         |       |         |
| <b>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=27.44878</b>             |          |    |         |       |         |
| <b>Error: 142.7530 gl: 15</b>                        |          |    |         |       |         |
| Tratamientos   | Medias   | n  | E.E.    |       |         |
| 1  | 481.38   | 4  | 5.97    |       | D       |
| 2  | 543.95   | 4  | 5.97    | A     |         |
| 3  | 494.34   | 4  | 5.97    |       | C D     |
| 4  | 511.4    | 4  | 5.97    |       | B C     |

|   |        |   |      |   |   |
|---|--------|---|------|---|---|
| 5 | 523.02 | 4 | 5.97 | A | B |
| 6 | 534.5  | 4 | 5.97 | A | B |

Cuadro 16. Análisis de varianza para peso de 100 granos en el cultivo de maíz. FACIAG, 2018.

| <b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b> |        |    |       |       |         |
|--|--------|----|-------|-------|---------|
| F.V.   | SC     | gl | CM    | F     | p-valor |
| Modelo.  | 243.16 | 8  | 30.4  | 51.37 | <0.0001 |
| Repeticiones   | 5.57   | 3  | 1.86  | 3.14  | 0.0568  |
| Tratamientos   | 237.6  | 5  | 47.52 | 80.31 | <0.0001 |
| Error  | 8.87   | 15 | 0.59  |       |         |
| Total  | 252.04 | 23 |       |       |         |
| <b>Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.76713</b>             |        |    |       |       |         |
| <b>Error: 0.5917 gl: 15</b>                          |        |    |       |       |         |
| Tratamientos   | Medias | n  | E.E.  |       |         |
| 1  | 37.45  | 4  | 0.38  |       | B       |
| 2  | 41.5   | 4  | 0.38  | A     |         |
| 3  | 39.08  | 4  | 0.38  |       | B       |
| 4  | 34.53  | 4  | 0.38  |       | C       |
| 5  | 37.43  | 4  | 0.38  |       | B       |
| 6  | 31.68  | 4  | 0.38  |       | D       |

Cuadro 17. Análisis de varianza para rendimiento, en el cultivo de maíz. FACIAG, 2018.

| <b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b> |        |    |          |        |         |
|--|--------|----|----------|--------|---------|
| F.V.   | SC     | gl | CM       | F      | p-valor |
| Modelo.  | 1.23   | 8  | 0.15     | 399.13 | <0.0001 |
| Repeticiones   | 0.21   | 3  | 0.07     | 180.82 | <0.0001 |
| Tratamientos   | 1.02   | 5  | 0.2      | 530.12 | <0.0001 |
| Error  | 0.01   | 15 | 3.90E-04 |        |         |
| Total  | 1.24   | 23 |          |        |         |
| <b>Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.04518</b>             |        |    |          |        |         |
| <b>Error: 0.0004 gl: 15</b>                          |        |    |          |        |         |
| Tratamientos   | Medias | n  | E.E.     |        |         |
| 1  | 4.99   | 4  | 0.01     |        | D       |
| 2  | 5.51   | 4  | 0.01     | A      |         |
| 3  | 5.08   | 4  | 0.01     |        | C       |
| 4  | 5.37   | 4  | 0.01     |        | B       |

|   |      |   |      |   |
|---|------|---|------|---|
| 5 | 4.94 | 4 | 0.01 | D |
| 6 | 5.09 | 4 | 0.01 | C |



Figura # 1: Preparación de suelo



Figura # 2: Siembra



Figura # 3: Materiales



Figura # 4: Delimitaciones UE.



Figura # 5: Fertilización



Figura # 6: Floración



Figura # 7: inspección de trabajo de campo



Figura # 8: Toma de datos



Figura # 9: Cosecha



Figura # 10: Longitud y diámetro de mazorca



Figura # 11: Peso cien semillas

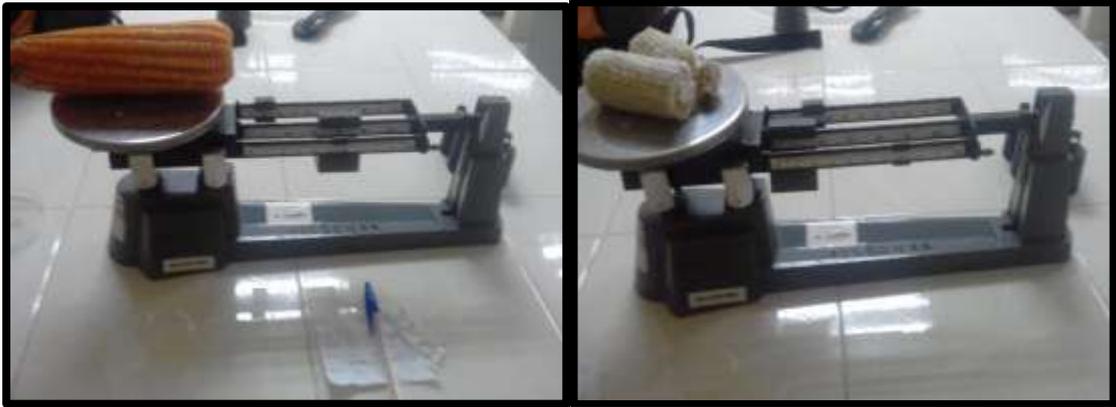


Figura # 12: Relación tuza mazorca