



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo, como requisito previo para la obtención del título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

“Efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz canguil (*Zea mays L.*), en la zona de Babahoyo”

AUTORA:

Dayanna Jhomaira Aguilar Cortez

TUTOR:

Ing. Agr. Marlon López Izurieta, MSc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2019

DEDICATORIA

Este logro va dedicado a DIOS ante todo, por haberme brindado la dicha de vivir, por brindarme la fortaleza para seguir adelante.

A mi madre Narcisa Cortez Merelo por ser un ejemplo de perseverancia, fortaleza y trabajo que la caracteriza, por su apoyo incondicional mostrado cada día de mi vida.

A mi esposo Luis Avilés por su cariño, comprensión y apoyo incondicional mostrado cada día de mi vida.

A mis hermanos Mykel, Adrián, Jordy, por su apoyo, motivación y confianza brindada en los momentos más necesarios.

A mi abuela Madre Narcisa Merelo García por mostrarme su fortaleza y carácter en los momentos más difíciles.

AGRADECIMIENTO

Mis más sinceros agradecimientos al personal docente y administrativo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo la cual he logrado instruirme y alcanzar un peldaño más de mi vida., en especial a los docentes que me acompañaron en mi formación universitaria.

A mi madre Narcisa Cortez Merelo por su amor y apoyo incondicional brindado en mi vida y por siempre inculcarme los mejores valores humanos.

A mis familiares, por su apoyo incondicional, que por su amor, apoyo y consejos brindados durante mi vida diaria y académica.

Agradecimiento especial a mi director de tesis, el Ing. Agr. Marlon López Izurieta, Mg.Sc., quien ha sido parte fundamental en este trabajo

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1. Objetivos.....	2
1.1.1. General.....	2
1.1.2. Específicos	2
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Origen del cultivo de Maíz canguil.....	3
2.2. Características del Cultivo Maíz Canguil.....	3
2.3. Descripción Taxonómica.....	4
2.4. Descripción Morfológica.....	4
2.4.1. Morfología	4
2.4.2. Propiedades y Aspectos nutricionales	5
2.4.3. Producción	5
Climas y Suelos apropiados.....	5
2.5. Nutrición en Canguil	6
2.6. Cosecha.....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.2. Material genético.....	12
3.3. Factores a estudiar.....	12
3.4. Métodos	12
3.5. Tratamientos en estudio.....	13
3.6. Diseño experimental.....	13
3.7. Análisis de varianza.....	13
3.7.1. Características del área experimental	14
3.8. Manejo del ensayo.....	14
3.8.1. Preparación del suelo.....	14
3.8.2. Siembra	14
3.8.3. Fertilización edáfica.....	14
3.8.4. Control de malezas	14
3.8.5. Control plagas y enfermedades.	15
3.8.6. Riego.....	15
3.8.7. Cosecha.....	15
3.9. Datos a Evaluar	15
3.9.1. Altura de planta a cosecha	15
3.9.2. Altura de inserción de mazorca	15
3.9.3. Diámetro del tallo.	15
3.9.4. Área Foliar	16

3.9.5. Índice de Área Foliar	16
3.9.6. Clorofila	16
3.9.7. Eficiencia agronómica por nutriente.....	16
3.9.8. Diámetro de la mazorca	17
3.9.9. Longitud de la mazorca.....	17
3.7.11. Peso de 1000 granos	17
3.9.12. Relación Grano/tusa.....	17
IV. RESULTADOS	19
4.1. Altura de planta a cosecha	19
4.2. Altura de inserción de mazorca.....	20
4.3. Diámetro del tallo.....	21
4.4. Área Foliar	22
4.5. Índice de Área Foliar	23
4.6. Clorofila.....	24
4.7. Eficiencia agronómica de nutrientes	25
4.8. Diámetro de la mazorca.....	26
4.9. Longitud de la mazorca	27
4.10. Relación materia seca /grano	28
4.11. Peso de 100 granos	29
4.12. Relación Grano/tusa	30
V. CONCLUSIONES	34
VI. RECOMENDACIONES	35
VII. RESUMEN.....	36
VIII. SUMMARY	37
IX. BIBLIOGRAFÍA	38
ANEXOS.....	41

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos a estudiarse. Babahoyo, 2019	13
Tabla 2. Altura de planta a cosecha, en efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo rendimiento del cultivo de maíz canguil, Babahoyo 2019.....	19
Tabla 3. Altura de inserción de mazorca, en efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo rendimiento del cultivo de maíz canguil, Babahoyo 2019.....	20
Tabla 4. Diámetro del tallo, en efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo rendimiento del cultivo de maíz canguil, Babahoyo 2019.	21
Tabla 5. Área Foliar, en efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo rendimiento del cultivo de maíz canguil, Babahoyo 2019.	22
Tabla 6. Índice de Área Foliar, en efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo rendimiento del cultivo de maíz canguil, Babahoyo 2019.....	23
Tabla 7. Clorofila, en efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo rendimiento del cultivo de maíz canguil, Babahoyo 2019.	24
Tabla 8. Eficiencia agronómica de nutrientes, en efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo rendimiento del cultivo de maíz canguil, Babahoyo 2019.....	25
Tabla 9. Diámetro de la mazorca, en efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo rendimiento del cultivo de maíz canguil, Babahoyo 2019.....	26
Tabla 10. Longitud de la mazorca, en efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo rendimiento del cultivo de maíz canguil, Babahoyo 2019.....	27
Cuadro 11. Relación materia seca /grano, en efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo rendimiento del cultivo de maíz canguil, Babahoyo, 2019.....	28
Tabla 12. Peso de 100 granos, en efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo rendimiento del cultivo de maíz canguil, Babahoyo, 2019.....	29
Tabla 13. Relación Grano/tusa, en los efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de Maíz canguil. Babahoyo, 2019.	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Siembra.....	42
Figura 2. Aplicación de riego por gravedad al cultivo.....	42
Figura 3. Aplicación de tratamientos.	42
Figura 4. Control de Plagas.	42
Figura 5. Evaluación de Altura de Planta.....	42
Figura 6. Visita del tutor del trabajo experimental.	42
Figura 7. Evaluación de altura de inserción de mazorca.....	42
Figura 8. Evaluación de diámetro del tallo.....	42
Figura 9. Evaluación de Clorofila.....	42
Figura 10. Evaluación de diámetro de mazorca.	42
Figura 11. Evaluación de longitud de mazorca.	42
Figura 12. Peso de 100 granos.....	42
Figura 13. Peso de Materia Seca.....	60
Figura 13. Cosecha.....	60

I. INTRODUCCIÓN

Las plantas maíz canguil (*Zea mays L.*), constituye un alto contenido en hidratos de carbono de fácil digestión, aunque el canguil es apetecido por niños y adultos, en la agricultura ecuatoriana se le da poca importancia. Los granos de maíz duro son sometidos a altas temperaturas, revientan, convirtiéndose en bocadillo. Este tipo de maíz no es un cultivo comercial común en los trópicos y se siembra en pequeña escala.¹

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (Magap) hay dos razones principales para la reducción de este cultivo, la primordial es el alto costo de inversión que surge en el proceso productivo del maíz canguil, la producción encarece el valor de esta variedad nacional. Lo secundario es referente al costo, la libra de maíz canguil nativo cuesta \$1,50, pero en el mercado ecuatoriano existe maíz canguil importado que se oferta 0,50 ctvs.²

Hace mucho tiempo atrás (25 años) en el Ecuador, en la provincia de Imbabura existían 50 has sembradas de esta especie, actualmente se calcula que hay menos de 5 has, los agricultores de esta provincia siembran pequeñas parcelas para su autoconsumo familiar. Prácticamente la extinción de este cultivo es un fenómeno nacional. El cantón Mira, Carchi es uno de los lugares de mayor rendimiento de este cultivo de maíz canguil, pero en la actualidad ese grano desapareció en esta provincia.

El nitrógeno es un nutriente esencial que limita el rendimiento. Este nutriente participa en la síntesis de proteínas y por ello es vital para toda la actividad metabólica de la planta. Los síntomas se ven más reflejados en aquellos órganos fotosintéticos, las hojas, que aparecen con coloraciones amarillentas sobre los ápices y se van extendiendo a lo largo de todo. Las mazorcas aparecen sin granos en las puntas. La respuesta en rendimiento del maíz a la fertilización nitrogenada es positiva hasta alta dosis.

¹ Fuente: FAO. (1994). «Estudio FAO.» *Tipos de maíz*. 10, 1993: 2 - 10. «FAO.» 1994. <http://www.fao.org/3/X7650S/x7650s07.htm#TopOfPage> (último acceso: 21 de Junio de 2019).

² Fuente: Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (MAGAP). (2012). *Maíz Canguil desaparece de los Suelos de Ecuador*.

El fósforo es un elemento esencial en el desarrollo del sistema radicular interviene procesos metabólicos de las plantas, equilibra las funciones fisiológicas a nivel celular. Su efecto se traduce en un mejor crecimiento vegetativo, adecuado desarrollo de raíz, floración, fructificación y desarrollo del fruto. El déficit de fósforo puede ocasionar efectos negativos en los granos y afectar la fecundación.

El potasio es uno de los macro nutrientes principales para las plantas y es requerido en grandes cantidades para el crecimiento y la reproducción de las mismas. La deficiencia de potasio hace a la planta muy sensible a ataques de hongos, su porte es débil, ya que la raíz se ve muy afectada. El potasio afecta la calidad de los frutos

Dentro de las técnicas de manejo es indudable la importancia de los niveles de fertilización, factores que al conjugarse deben permitir la obtención de altos rendimientos y una productividad adecuada.

Existen pocos trabajos de investigación sobre el manejo agronómico de este tipo de cultivo en la Provincia de, los Ríos, de ahí la inquietud de realizar este ensayo, el cual se llevará a cabo con el objeto de determinar el comportamiento agronómico del maíz canguil con tres niveles de fertilización y para su posible utilización en siembras comerciales como una alternativa sustentable para los productores de la zona.

1. Objetivos

1.1.1. General

Evaluar los efectos de nitrógeno, fósforo y potasio sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz canguil en la zona de Babahoyo.

1.1.2. Específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz canguil.
- Determinar la dosis adecuada, en aumento del desarrollo y rendimiento del cultivo del cultivo de maíz canguil.
- Analizar económicamente la relación costo –beneficio en cada tratamiento de estudio.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen del cultivo de Maíz canguil

Sánchez (2019) menciona que el cultivo de maíz canguil es un alimento prehispánico originario del continente americano, especialmente de los territorios que hoy se conocen México y Perú. El canguil más antiguo fue encontrado en la Cueva de los Murciélagos de México, 5 mil 600 años antes de la colonización española y el polen de maíz documentado se remonta a unos 80 mil años, encontrado debajo de la Ciudad de México. El maíz canguil, al igual que los otros seis tipos de maíz, es un cereal de grano y se origina a partir de una hierba salvaje. Su nombre científico es *Zea mays* y es el único tipo de maíz que puede estallar.

Importancia de Maíz Canguil en el Mundo

El canguil es consumido en todo el mundo, siendo uno de los tipos de maíz con mayor aceptación y difusión en todo el planeta. En Venezuela se consume como rosetas o palomitas, conocidas comúnmente “como cotufas” y también son base de muchos productos confiteros, siendo la principal golosina en los parques, salas de cine y en la población infantil. Sin embargo, a pesar de su alto consumo, son pocas las siembras comerciales que se realizan en el país, cubriéndose con importaciones nuestro déficit de producción. (Otahola, 2002)

2.2. Características del Cultivo Maíz Canguil.

De acuerdo a la FAO (2001), el maíz canguil es una forma extrema del maíz con endospermo duro que ocupa la mayor parte del grano y una pequeña cantidad de almidón blando en la parte basal del mismo. Los granos son pequeños con pericarpio grueso y varían en forma de redondos a oblongos. Cuando se calienta el grano, revienta y el endospermo sale.

El cultivo de Canguil es una planta baja con tallos débiles y de madurez temprana. La planta produce más de dos mazorcas pequeñas, pero de bajo rendimiento en peso, aunque no en número de granos. (CIMMYT, 1988)

2.3. Descripción Taxonómica.

Según Cabrerizo (2012), el maíz canguil se clasifica de la siguiente manera:

Reino: Vegetal

Subreino: Embriobionta

División: Angiospermae

Clase: Monocotyledoneae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Zea*

Especie: *Mays*

Nombre científico: *Zea mays* L.

2.4. Descripción Morfológica.

2.4.1. Morfología

La Conacyt (2019) menciona que el maíz presenta las siguientes características botánicas

Tallo: es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los varios metros de altura, es robusto y sin ramificaciones, por su aspecto recuerda al de una caña. No presenta entrenudos, posee una médula esponjosa si se realiza un corte transversal.

Inflorescencia: el maíz es de inflorescencia monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta.

En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una panícula (vulgarmente denominadas espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen.

En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen. En cambio, la inflorescencia femenina marca un menor contenido en granos de polen, alrededor de los 800 o 1000 granos y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se disponen de forma lateral.

Hojas: son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy

afilados y cortantes.

Raíces: son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias.

2.4.2. Propiedades y Aspectos nutricionales

Según Bressani (1972), el maíz tiene un alto contenido en hidratos de carbono de fácil digestión, se utiliza como alimento para todas las edades. Los granos de maíz duro son sometidos a altas temperaturas, revientan, convirtiéndose en bocadillo. Los granos de buenos tipos de maíz reventón tienen una expansión de 30 a 40 veces su tamaño original. Para que exista expansión óptima la temperatura de cocción debe ser alrededor de 177° C.

Cuadro # 1.- Propiedades y Aspectos nutricionales del grano de maíz canguil.

Componente químico	Pericarpio	Pericarpio Endospermo	Germen
Proteínas	3,7	8,0	18,4
Extracto etéreo	1,0	0,8	33,2
Fibra cruda	86,7	2,7	8,8
Cenizas	0,8	0,3	10,5
Almidón	7,3	87,6	8,3
Azúcar	0,34	0,62	10,8

2.4.3. Producción

Climas y Suelos apropiados

Clima:

De acuerdo a Infoagro (2014), el clima y suelo apropiado para las diferentes etapas fenológicas del maíz son:

- **Germinación de la semilla:** temperaturas de 15 a 20°C.
- **Crecimiento:** temperaturas de 25 a 30° C, con alta incidencia de luz solar,
- **Fructificación:** temperaturas de 20 a 32° C

Suelos: El maíz se adapta muy bien a todos tipos de suelo, prefiriendo los suelos con pH entre 6 a 7. Para el crecimiento radicular se requiere suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir anegamiento que puede provocar la podredumbre radicular.

2.5. Nutrición en Canguil

Pérez (2014) menciona que una buena disponibilidad de nutrientes es factor fundamental para asegurar un mejor rendimiento económico en la producción agrícola. La mayoría de los suelos en donde se desarrolla la agricultura no suele suplir con las demandas nutricionales que requiere una producción agrícola viable. Por este motivo los productores agrícolas, aplican fertilizantes como un insumo para asegurar la producción, lo que hace que este se convierta en un rubro importante dentro del costo de producción. A pesar de esto, existe desconocimiento del uso de fertilizantes por parte de los agricultores, así como de los técnicos responsables de la fertilidad de los cultivos.

Según Cooperación Suiza en América Central (2009) señala que la forma de aplicación de los fertilizantes es un componente básico de las buenas prácticas agrícolas. La absorción de los nutrientes dependerá de la variedad del cultivo, la fecha de siembra, la rotación de cultivos, las condiciones del suelo y del ambiente. En las prácticas agrícolas, el productor establece la dosificación y el momento adecuado para la fertilización, de forma que las plantas utilicen los nutrientes adecuadamente. Para un aprovechamiento óptimo del cultivo y un potencial bajo de contaminación ambiental, el agricultor debe suministrar los nutrientes en el momento que el cultivo los necesite; esto es importante para que los nutrientes móviles como el nitrógeno no sea lixiviado fácilmente del perfil del suelo, si no es absorbido por las raíces de las plantas.

Menjívar, (2015) manifiesta que los nutrientes en las plantas se convierten en los más importantes insumos para el incremento de los rendimientos, es así como el un buen manejo de la nutrición con el fin de incrementar las cantidades de nutrientes en los sistemas

de producción, se ha convertido el principal desafío para la seguridad alimentaria y el desarrollo rural. En cualquier cultivo es fundamental la fertilización, esta puede ser orgánica o química, en ambos casos lo importante es obtener buena productividad.

FAO (2012) asegura que el Nitrógeno (N) es el que ayuda al crecimiento de la planta. En la planta el N forma aminoácidos y proteínas con la combinación de componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos; además, es el constituyente esencial de las proteínas y está involucrado en todos los procesos importantes de desarrollo de las plantas y en el rendimiento. Un buen suministro de nitrógeno en la planta es esencial ya que ayuda en la absorción de los otros nutrientes que son importantes para la planta.

Quirós (2016) afirma que al igual que en otros cultivos, el N es el principal factor limitante en la producción agrícola, el N puede ser absorbido por las plantas como amonio (NH_4^+) y nitrato (NO_3^-), principalmente obtenidas de los fertilizantes nitrogenados y la mineralización de los residuos de cosecha y materia orgánica del suelo. En mayor proporción que en otros cultivos, la productividad del maíz canguil depende de la disponibilidad y eficiencia en la absorción del N, tanto por su contribución directa como por permitir la absorción de otros nutrimentos.

Rodríguez Suppo, (2001) manifiesta que el nitrógeno sirve de partida a la planta para la síntesis de proteínas, enzimas y vitaminas de sus tejidos por esto hay estados vegetativos en los que la planta tiene una elevada necesidad de nitrógeno: durante el crecimiento activo para formar raíces, órganos reproductores, fecundación, etc. También ejerce una acción de choque sobre la vegetación y es el factor que determina los rendimientos por lo que constituye la base del abonado. El nitrógeno se encuentra en la planta cumpliendo importantes funciones bioquímicas y biológicas.

Una planta bien provista de nitrógeno brota pronto y adquiere un gran desarrollo de hojas y tallos tomando un color verde oscuro por la gran cantidad de clorofila. El nitrógeno se halla, además en la formación de las hormonas, de los ácidos nucleicos y de la clorofila. La molécula de clorofila es la determinante del proceso fotosintético, es decir de la formación de material orgánico a partir del bióxido de carbono del aire.

Síntomas de Deficiencia

De acuerdo a IPNI (s.f.), un déficit de N puede afectar a la calidad del cultivo. Los síntomas se ven más reflejados en aquellos órganos fotosintéticos, las hojas, que aparecen con coloraciones amarillentas sobre los ápices y se van extendiendo a lo largo de todo el nervio. Las mazorcas aparecen sin granos en las puntas. La respuesta en rendimiento del maíz a la fertilización nitrogenada es positiva hasta alta dosis.

Iniap (2013), menciona que el déficit de nitrógeno presenta síntomas variados, El rendimiento de un cultivo baja incluso antes de la manifestación sintomática. El primer síntoma que se presenta es la clorosis, es decir la pérdida de moléculas de clorofila, tomando la planta un color amarillento. La producción y síntesis orgánica se frena y baja de esta manera la velocidad de crecimiento y desarrollo. Los síntomas de clorosis ocurren primero en las hojas viejas que trasladan sus sustratos a las jóvenes. Luego el síntoma pasa a las hojas en crecimiento activo, comenzando desde el ápice hacia la base e indicando que la deficiencia de nitrógeno es grave. El fenómeno de clorosis es reversible en un momento determinado, agregándole nitrógeno soluble al suelo la planta puede recuperar su color normal y crecimiento.

Los síntomas generales de deficiencia de nitrógeno son:

- Menor crecimiento
- Maduración acelerada con frutos pequeños y de poca calidad causada por la inhibición de formación de carbohidratos
- Disminución del rendimiento

Fernández (2017) indica que el fósforo (P) es uno de los diecinueve elementos considerados como esenciales para la vida de las plantas; además de ser un componente primario de los sistemas responsables de la captación, almacenamiento y transferencia de energía, y como componente básico en las estructuras de macromoléculas de interés crucial, tales como ácidos nucleicos y fosfolípidos, por lo que juega un papel importante en todos los procesos fisiológicos de la planta. En el sistema suelo-planta, el 90 % del P está en el suelo y menos del 10 % se encuentra repartido fuera del suelo. Sin embargo, sólo una pequeña parte de ese 90 % es utilizable por los vegetales.

Echeverría (1998) manifiesta que el P también desempeña un papel importante en la

fotosíntesis, la respiración, y la división y crecimiento celular. Actúa en la rápida formación y crecimiento de las raíces. El P mejora la calidad de la fruta, hortalizas y granos; es vital para la formación de las semillas (Brito 2012).

Subero (2017) menciona que la deficiencia de P en las plantas ha sido señalada por años como el segundo problema en importancia después del nitrógeno, en la fertilidad de los suelos, en la América tropical; esta deficiencia es con frecuencia agravada por su fijación en diferentes formas, haciendo que sea menos disponible para las plantas. Los cambios en los métodos de labranza, junto con la incorporación de los residuos de cosecha, alteran los cambios de la materia orgánica en los suelos y, por consiguiente, la disponibilidad del P.

Fernández (2016) señala que el P, es considerado como elemento nutritivo para las plantas que interviene como componente fosfatado que desempeñan un rol importante en la transformación de la energía química solar durante la fotosíntesis y provee de esta energía a los procesos de biosíntesis de las plantas. Dada la baja solubilidad del P en los distintos suelos, este elemento se constituye comúnmente en la clave que limita la nutrición de los cultivos en suelos y aguas.

Mikkelsen (2008) indica que el potasio (K) es un nutriente principal para el crecimiento de las plantas, pero a menudo recibe menos atención que el N y P en muchos sistemas de producción. En muchas regiones del mundo se remueve más potasio en los productos cosechados de lo que retorna al suelo con la aplicación de fertilizantes y residuos de cosechas o de corral. Además, en los suelos poseen cantidades variables de este elemento, el mismo que es absorbido por las raíces de las plantas en forma de ión K^+ . El contenido de potasio en los suelos y en los fertilizantes se expresan en forma de K_2O , tomando en este caso el nombre de potasa. Por lo general, los suelos arcillosos contienen más K que cualquiera de los otros macronutrientes y la mayor parte se encuentra en forma de silicatos insolubles como feldespatos y micas. En suelos muy arenosos el potasio se infiltra. Se requieren altas cantidades de K para mantener la salud y el vigor de las plantas.

Ibarra (2002) indica que las raíces intercambian H^+ por K^+ en la solución o por los iones de K^+ retenidos en la superficie de las arcillas o la materia orgánica, este proceso es conocido como intercepción y se asume que aproximadamente un 4% del potasio es tomado por este mecanismo y 7 % es barrido por las raíces por el flujo del agua que se mueve hacia la raíz, mecanismo conocido como flujo de masas.

INTAGRI (2017) describe que es importante considerar que el K (y todos los otros nutrientes), no únicamente fluyen a través de la pared celular de las raíces. Se requiere de energía para mover los nutrientes dentro de la raíz. Esta fuente de energía proviene del proceso de respiración de las raíces, de la conversión de azúcares a CO₂ y agua, procesos de los cuales se libera energía. El otro mecanismo aceptado es el del proceso de ósmosis, en donde una solución hipotónica se mueve hacia una hipertónica, a través de las membranas de las células.

Meneses (2017) manifiesta que el K realiza varias funciones en la planta y hasta la fecha no se han llegado a conocer a plenitud ciertos aspectos del mismo. Lo que está probado es que no desempeña una función específica, como es el caso de otros elementos como el N, P o el azufre (S). El K debido a su gran movilidad, actúa en la planta como un agente neutralizante de los ácidos orgánicos resultantes del metabolismo, asegurando así un balance de la concentración del hidrógeno presente en los jugos celulares. De allí que cuando en un análisis del extracto celular se detectan valores de pH ácidos, se puede advertir una deficiencia de potasio en las células, lo cual puede ser corregido con una fertilización foliar o al suelo.

García (2010) indica que el K en la planta es muy móvil y juega un papel múltiple. Mejora la actividad fotosintética; aumenta la resistencia de la planta a la sequía, heladas y enfermedades; promueve la síntesis de lignina, favoreciendo la rigidez y estructura de las plantas; favorece la formación de glúcidos en las hojas a la vez que participa en la formación de proteínas; aumenta el tamaño y peso de los frutos. La carencia de K provoca un retraso general en el crecimiento y un aumento de la vulnerabilidad de la planta a los posibles ataques de parásitos. Un correcto abonado potásico mejora la eficiencia y el aprovechamiento del abonado nitrogenado.

Salas (2003) menciona que el K, es esencial en la economía del agua en la planta, lo que se debe a su fácil hidratación y a su contribución, dada su alta abundancia y alta solubilidad, al mantenimiento de la presión osmótica celular y de los vasos conductores, favoreciendo la absorción del agua por la raíz. Este elemento no solo es un elemento móvil, sino que aumenta la movilidad en la planta de diversos compuestos especialmente de ácidos dicarboxílicos, además es un estimulante de la división celular. Por ello, este elemento tiende a acumularse en las zonas meristemáticas, siendo las partes más viejas de la planta las primeras en manifestar los síntomas de su deficiencia que está asociado a una deshidratación

gradual.

2.6. Cosecha

La cosecha de canguil se realiza cuando las hojas de las plantas se amarillan y secan completamente siendo los granos con un contenido de humedad de 25 a 35%; la cosecha mecanizada se realiza con un 28% de humedad, no siendo recomendable que descienda a menos del 15%, arriba o abajo de estos límites los granos se aplastan, se parten o se pulverizan. En general las formas más comunes son la cosecha manual, semi mecanizada y mecanizada.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción de sitio experimental

El presente trabajo experimental se llevó a cabo en los predios de la Granja “San Pablo” de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Km. 7½ de la vía Babahoyo – Montalvo, con altitud de 8 metros sobre el nivel del mar. Coordenadas X: -1,799621, - Y: 79,473936.

La zona presenta un clima tropical húmedo, con temperatura media de 25,6°C, precipitación anual de 2 329 mm, humedad relativa de 82 % y 987 horas de heliófila de promedio anual. El suelo presenta topografía plana, textura franca – arcilloso, con sistema de riego y drenaje por canales. ³

3.2. Material genético

Se empleó como material de siembra maíz canguil, el cual presenta las siguientes características:

Variedad	Maíz Canguil
Ciclo Vegetativo (Días)	85-120 días
Altura de planta (m)	1,90 m
Altura de Inserción a Mazorca (m)	1,10 m
Germinación de la semilla: temperaturas	15 a 20°C.
Crecimiento: temperaturas	25 a 30° C
Fructificación: temperaturas	20 a 32° C

3.3. Factores a estudiar

Variable dependiente: comportamiento agronómico del cultivo de maíz canguil.

Variable independiente: dosis de fertilizantes químico edáfico.

3.4. Métodos

Se utilizaron los métodos: inductivo-deductivo, deductivo-inductivo y experimental.

³ Datos obtenidos de la estación experimental meteorológica UTB-FACIAG-INAHMI. 2017.

3.5. Tratamientos en estudio.

Los tratamientos se especifican a continuación

Cuadro 1. Tratamientos a estudiarse. Babahoyo, 2019 ⁴

N°	Nitrógeno kg/ha	Fósforo kg/ha	Potasio kg/ha
T1 (Testigo)	0	0	0
T2	100	0	0
T3	100	0	68
T4	100	18	0
T5	0	18	68
T6	100	18	68
T7	150	27	102

Para la fertilización química se utilizó 100 kg N/ha, 18 kg P/ha y 68 kg K/ha, lo cual es el requerimiento medio del cultivo. En el tratamiento testigo no se aplicará fertilizante.

3.6. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar con siete tratamientos y tres repeticiones. Se aplicó la prueba del Tukey al 95 % de significancia estadística.

3.7. Análisis de varianza

El análisis de varianza se desarrolló bajo el siguiente esquema:

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	: 6
Repetición	: 2
Error experimental	: 12
Total	: 20

⁴Fuente: Requisitos Técnicos. (2009). «Cereales, Granos, Semillas.» *Requisitos de Maíz Reventón. 16, 2009: 4 – 6.* <https://es.slideshare.net/hlarrea/bid-maiz-reventon> (último acceso: 21 de Junio de 2019)

3.7.1. Características del área experimental

Descripción	Dimensión
Ancho de parcela	: 4,0 m
Longitud de parcela	: 5,0 m
Área de la parcela	: 20,0 m ²
Área total del experimento	: 420 m ²

3.8. Manejo del ensayo

3.8.1. Preparación del suelo

La preparación del suelo se realizó con un pase de arado y dos pases de rastra, dejando el suelo mullido y en condiciones de siembra adecuada.

3.8.2. Siembra

La siembra se realizó a espeque en suelo removido y húmedo, se depositaron tres semillas por golpe a una profundidad de 3 cm y una distancia de 0,80 m entre hilera y 0,20 m entre planta, las semillas se protegieron con Thiodicard (3,00 cm³/kg).

3.8.3. Fertilización edáfica

La fertilización edáfica se realizó a los 0- 20 y 40 días después de la siembra, para lo cual se aplicaron los fertilizantes Urea (46 %N), DAP (18 %N – 46 %P₂O₅) y Muriato de Potasio (60 %K₂O). El fósforo y nitrógeno se aplicó al momento de la siembra, mientras que con potasio y nitrógeno se lo hizo a los 20 y 40 días después de la siembra. El fertilizante se lo ubicó a 10 cm fuera de la base del tallo en forma de chorro continuo en suelo húmedo.

3.8.4. Control de malezas

Para el control de malezas se utilizó productos pre-emergentes como Atrazina más Pendimentalin en dosis de 1 kg y 2 L/ha respectivamente. Posteriormente a los 18 días después de la siembra se aplicaron el postemergente Nicosulfuron entre calles del cultivo en dosis de 30 g/ha, además de la deshierba manual que se realizó a los 45 días después de la siembra con el fin de mantener el cultivo libre de malezas.

3.8.5. Control plagas y enfermedades.

Para el control de plagas se realizó un monitoreo constante, se presentó gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) para lo cual se realizaron 3 aplicaciones de insecticidas, 2 aplicaciones con Radiant (Spinetoram) en dosis $0,1 \text{ L ha}^{-1}$, a los 7 y 15 dds, mientras que a los 30 dds se aplicó Match (Lufenuron), en dosis $0,1 \text{ L ha}^{-1}$. Para lo cual utilizó bomba de mochila con boquilla regulable.

No se presentaron enfermedades durante el ciclo del cultivo.

3.8.6. Riego.

Para abastecer las necesidades hídricas del cultivo se realizaron tres riegos a la siembra, 35 y 55 días después de la siembra, con la finalidad de mantener a capacidad de campo el suelo.

3.8.7. Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual en cada unidad experimental, cuando las mazorcas alcanzaron su madurez fisiológica apropiada.

3.9. Datos a Evaluar

3.9.1. Altura de planta a cosecha

La altura de planta estuvo determinada por la distancia desde la superficie del suelo al punto de inserción de la panoja. Se utilizó flexómetro para medir 10 plantas al azar en cada tratamiento de estudio. Sus valores se promediaron y se expresó en centímetros.

3.9.2. Altura de inserción de mazorca

Se evaluó en 10 plantas al azar por tratamiento, midiendo desde el nivel del suelo hasta el punto de inserción de la mazorca principal. Su valor promedió se expresó en centímetros.

3.9.3. Diámetro del tallo.

En las mismas 10 plantas que se determinó la altura, se procedió a medir el grosor del tallo al momento de la formación de la mazorca, justo a la altura del segundo entrenudo. Su promedió se expresó en centímetros.

3.9.4. Área Foliar

Para determinar área foliar se tomó diez plantas al azar en periodo de floración por unidad de estudio, en las cuales se midió la longitud y ancho de la hoja opuesta y por debajo de la mazorca principal. Luego se multiplicaron estos valores entre sí y por el coeficiente 0,75; luego se procedió a contar con el número de hojas por planta para multiplicarlo y así obtener el área foliar.

3.9.5. Índice de Área Foliar

Se tomaron las mismas 10 plantas antes mencionadas de cada parcela experimental, para obtener por el Índice de área foliar, para este producto se dividió el área foliar para el área que ocupa una planta.

3.9.6. Clorofila

El porcentaje de clorofila en hoja fue medido con un clororimétrico, el cual se lo utilizó cuando el cultivo alcanzó más del 50 % de la floración en cada uno de los tratamientos. Se expresó en porcentaje.

3.9.7. Eficiencia agronómica por nutriente

Se basó en la cantidad de nutrientes necesarios para producir 4 toneladas de producto final con relación al testigo no tratado. Se estima con la ecuación: ⁵

$$EA = \frac{(R(t) - R(c))}{CNA}$$

Dónde:

EA = Eficiencia agronómica.

R (t)= Rendimiento de la porción cosechada del cultivo con el nutriente.

R(c)= Rendimiento de la porción cosechada del cultivo sin el nutriente.

CNA= Cantidad del nutriente aplicada por fertilizante.

⁵ Fuente: Snyder y Bruulsema, 2007. Nutrient use efficiency and effectiveness in North America: Indices of agronomic and environmental benefit. IPNI.

3.9.8. Diámetro de la mazorca

Se seleccionó 10 mazorcas al azar del tercio medio del área útil de cada tratamiento, el diámetro se lo midió con la ayuda de un calibrador. Se promedió y se expresó en centímetro.

3.9.9. Longitud de la mazorca

Se evaluó en 10 planta al azar por cada tratamiento, midiendo desde su base hasta la punta de la misma, Se promedió y se expresó en centímetro.

3.9.10. Relación materia seca /grano

Para obtener los datos de materia seca se procedió con lo siguiente: La materia verde de 10 plantas, se llevó a la estufa para ser secada a una temperatura de 65°C durante 24 horas, para obtener su peso en gramos. Los datos de grano se determinó tomando, al azar 10 mazorcas por parcela experimental, posteriormente se desgranaron, y se procedió a pesar los granos, estableciendo la relación entre materia seca - grano.

3.7.11. Peso de 1000 granos

Se escogió 100 granos obtenidos en cada unidad experimental, teniendo en cuenta que los mismos no tuvieran dañados físicos. Estos serán pesados en una balanza de precisión y su promediara se expresará en gramos.

3.9.12. Relación Grano/tusa

Se tomó al azar 10 mazorcas por parcela experimental, posteriormente se desgranaron, y se procederá a pesar separando grano y tusa, estableciendo la relación.

3.9.13. Rendimiento de grano

El rendimiento está determinado por el peso de los granos al 13 % de humedad. Se expresó en Kilogramos por hectárea, los mismos que se obtuvieron de cada parcela experimental y posteriormente se registró mediante el empleo de la siguiente fórmula: (Azcon, 2003)

$$\text{Peso ajustado} = \frac{\text{Peso de grano} \times (100 - \text{Humedad del grano})}{100 - \text{Humedad deseada}}$$

3.9.14. Análisis económico

El costo de los tratamientos se lo calculo con el total de egresos.

La Utilidad, se obtuvo con la fórmula: ⁶

$$U = IB - CT$$

IB = Ingreso bruto

CT= Costos totales

Relación Beneficio/Costo, se realizó utilizando la fórmula: (Vaquiro, 2019)

$$\text{Relación Beneficio/Costo} = \frac{\text{Ingresos Totales}}{\text{Costos Totales}}$$

⁶ Martínez, L. (2002). Economía política de las comunidades agropecuarias del Ecuador, Abya Yala, Quito.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de planta a cosecha

En la tabla 2 se presentan los resultados de la altura de planta, evaluado en el ensayo. El promedio general (142,00 cm) indica alta significancia estadística entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 0,95 %.

La dosis de Nitrógeno 150 kg/ha, Fósforo 27 kg/ha, Potasio 102 kg/ha mostró mayor altura de planta (162,23 cm), mientras que el menor promedio fue para el tratamiento 1, (118,20 cm), tratamiento sin fertilizante.

Tabla 2. Altura de planta a cosecha, en efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo rendimiento del cultivo de maíz canguil, Babahoyo 2019.

Tratamientos					
Nº	Nitrógeno kg/ha	Fósforo kg/ha	Potasio kg/ha	Época de aplicación (d.d.s)	Altura de planta (cm)
T7	150	27	102	0- 20-40	162,23 a
T6	100	18	68	0- 20-40	155,67 b
T4	100	18	0	0- 20-40	151,83 bc
T3	100	0	68	0- 20-40	149,20 cd
T2	100	0	0	0- 20-40	146,00 d
T5	0	18	68	0- 20	121,60 e
T1	0	0	0	0- 0-0	118,20 e
Promedio general					142,00
Significancia estadística					**
Coeficiente de variación (%)					0,95

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

**= altamente significativo

4.2. Altura de inserción de mazorca

En la tabla 3 se presentan los resultados de altura de inserción de mazorca, evaluado en el ensayo. El promedio general (59,15 cm) indica alta significancia estadística entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 3,06 %.

La dosis con Nitrógeno 150 kg/ha, Fósforo 27 kg/ha, Potasio 102 kg/ha mostró mayor promedio de altura de inserción de mazorca (67,00 cm), estadísticamente igual al tratamiento Nitrógeno 100 kg/ha, Fósforo 18 kg/ha, Potasio 68 kg/ha; difiriendo con los restantes tratamientos. El testigo mostró las plantas de menor altura de inserción de mazorca con (49,45 cm).

Tabla 3. Altura de inserción de mazorca, en efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo rendimiento del cultivo de maíz canguil, Babahoyo 2019.

Tratamientos					
Nº	Nitrógeno kg/ha	Fósforo kg/ha	Potasio kg/ha	Época de aplicación (d.d.s)	Altura de inserción de mazorca (cm)
T7	150	27	102	0- 20-40	67,00 a
T6	100	18	68	0- 20-40	63,90 ab
T4	100	18	0	0- 20-40	61,70 b
T2	100	0	0	0- 20-40	59,43 b
T3	100	0	68	0- 20-40	59,27 b
T5	0	18	68	0- 20	53,33 c
T1	0	0	0	0- 0-0	49,45 c
Promedio general					59,15
Significancia estadística					**
Coeficiente de variación (%)					3,06

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

**= altamente significativo

4.3. Diámetro del tallo.

En la tabla 4 se presentan los resultados de diámetro de tallo, evaluado en el ensayo. El promedio general (1,53 cm) indica alta significancia estadística entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 1,18 %.

El tratamiento 7, en dosis Nitrógeno 150 kg/ha, Fósforo 27 kg/ha, Potasio 102 kg/ha mostró mayor diámetro de tallo (1,74 cm), comportándose estadísticamente superior a los demás tratamientos. En el tratamiento testigo las plantas tuvieron menor diámetro del tallo (1,38 cm).

Tabla 4. Diámetro del tallo, en efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo rendimiento del cultivo de maíz canguil, Babahoyo 2019.

Tratamientos					
Nº	Nitrógeno kg/ha	Fósforo kg/ha	Potasio kg/ha	Época de aplicación (d.d.s)	Diámetro del tallo (cm)
T7	150	27	102	0- 20-40	1,74 a
T6	100	18	68	0- 20-40	1,65 b
T4	100	18	0	0- 20-40	1,56 c
T3	100	0	68	0- 20-40	1,56 c
T2	100	0	0	0- 20-40	1,44 d
T5	0	18	68	0- 20	1,40 de
T1	0	0	0	0- 0-0	1,38 e
Promedio general					1,53
Significancia estadística					**
Coeficiente de variación (%)					1,18

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

**= altamente significativo

4.4. Área Foliar

En la tabla 5 se presentan los resultados del área foliar de la planta, evaluado en el ensayo. El promedio general (5271,99 cm²) indica alta significancia estadística entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 2,63 %.

El tratamiento 7, en dosis Nitrógeno 150 kg/ha, Fósforo 27 kg/ha, Potasio 102 kg/ha mostró mayor área foliar (6495,15 cm²), comportándose estadísticamente superior a los demás tratamientos. En el tratamiento testigo las plantas tuvieron menor área foliar (4565,65 cm²).

Tabla 5. Área Foliar, en efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo rendimiento del cultivo de maíz canguil, Babahoyo 2019.

Tratamientos					
Nº	Nitrógeno kg/ha	Fósforo kg/ha	Potasio kg/ha	Época de aplicación (d.d.s)	Área Foliar (cm ²)
T7	150	27	102	0- 20-40	6495,15 a
T6	100	18	68	0- 20-40	6011,58 b
T3	100	0	68	0- 20-40	5222,04 c
T4	100	18	0	0- 20-40	5149,12 c
T2	100	0	0	0- 20-40	4836,29 cd
T5	0	18	68	0- 20	4624,08 d
T1	0	0	0	0- 0-0	4565,65 d
Promedio general					5271,99
Significancia estadística					**
Coeficiente de variación (%)					2,63

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

**= altamente significativo

4.5. Índice de Área Foliar

En la tabla 6 se presentan los resultados del índice área foliar de la planta, evaluado en el ensayo. El promedio general (43,86 cm²) indican alta significancia estadística entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 2,55 %.

El tratamiento 7, en dosis Nitrógeno 150 kg/ha, Fósforo 27 kg/ha, Potasio 102 kg/ha mostró mayor índice de área foliar (47,06 cm²), comportándose estadísticamente superior a los demás tratamientos. En el tratamiento testigo las plantas tuvieron menor índice de área foliar (40,40 cm²).

Tabla 6. Índice de Área Foliar, en efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo rendimiento del cultivo de maíz canguil, Babahoyo 2019.

Tratamientos					
N°	Nitrógeno kg/ha	Fósforo kg/ha	Potasio kg/ha	Época de aplicación (d.d.s)	Índice de Área Foliar (cm ²)
T7	150	27	102	0- 20-40	47,06 a
T6	100	18	68	0- 20-40	46,41 a
T3	100	0	68	0- 20-40	45,66 ab
T4	100	18	0	0- 20-40	44,14 ab
T2	100	0	0	0- 20-40	42,52 bc
T5	0	18	68	0- 20	40,84 c
T1	0	0	0	0- 0-0	40,40 c
Promedio general					43,86
Significancia estadística					*
Coeficiente de variación (%)					2,55

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

**= altamente significativo

4.6. Clorofila

En la tabla 7 se presentan los resultados del porcentaje de la planta, evaluado en el ensayo. El promedio general (57,78 %) indican significancia estadística entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 6,14 %.

El tratamiento 7, en dosis Nitrógeno 150 kg/ha, Fósforo 27 kg/ha, Potasio 102 kg/ha mostró mayor % de clorofila (66,36 %), comportándose estadísticamente superior a los demás tratamientos. En el tratamiento testigo las plantas tuvieron menor % de clorofila (44,12 %).

Tabla 7. Clorofila, en efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo rendimiento del cultivo de maíz canguil, Babahoyo 2019.

Tratamientos					
N°	Nitrógeno kg/ha	Fósforo kg/ha	Potasio kg/ha	Época de aplicación (d.d.s)	Clorofila (%)
T7	150	27	102	0- 20-40	66,36 a
T3	100	0	68	0- 20-40	63,06 a
T4	100	18	0	0- 20-40	62,87 a
T6	100	18	68	0- 20-40	62,16 a
T2	100	0	0	0- 20-40	61,29 a
T5	0	18	68	0- 20	44,62 b
T1	0	0	0	0- 0-0	44,12 b
Promedio general					57,78
Significancia estadística					*
Coeficiente de variación (%)					6,14

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

**= altamente significativo

4.7. Eficiencia agronómica de nutrientes

En la tabla 8 se presentan los resultados del porcentaje de la planta, evaluado en el ensayo. El promedio general (4,04 %) indica alta significancia estadística entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 0,28 %.

El tratamiento 2, en dosis Nitrógeno 100 kg/ha, Fósforo 0 kg/ha, Potasio 0 kg/ha mostró mayor eficiencia agronómica de nutrientes (6,69), comportándose estadísticamente superior a los demás tratamientos. En el tratamiento testigo las plantas tuvieron menor eficiencia agronómica (0,00).

Tabla 8. Eficiencia agronómica de nutrientes, en efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo rendimiento del cultivo de maíz canguil, Babahoyo 2019.

N°	Tratamientos			Época de aplicación (d.d.s)	Eficiencia agronómica de nutriente (%)
	Nitrógeno kg/ha	Fósforo kg/ha	Potasio kg/ha		
T2	100	0	0	0- 20-40	6,69 a
T4	100	18	0	0- 20-40	6,24 b
T6	100	18	68	0- 20-40	5,38 c
T7	150	27	102	0- 20-40	4,64 d
T3	100	0	68	0- 20-40	4,24 e
T5	0	18	68	0- 20	1,11 f
T1	0	0	0	0- 0-0	0,00 g
Promedio general					4,04
Significancia estadística					**
Coeficiente de variación (%)					0,28

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

**= altamente significativo

4.8. Diámetro de la mazorca

En la tabla 9 se presentan los resultados del diámetro de mazorca, evaluado en el ensayo. El promedio general (4,62cm) indica alta significancia estadística entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 0,57 %.

El tratamiento 7, en dosis Nitrógeno 150 kg/ha, Fósforo 27 kg/ha, Potasio 102 kg/ha mostró mayor diámetro de mazorca (5,02 cm), comportándose estadísticamente superior a los demás tratamientos. En el tratamiento testigo las plantas tuvieron menor diámetro de mazorca (4,35 cm).

Tabla 9. Diámetro de la mazorca, en efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo rendimiento del cultivo de maíz canguil, Babahoyo 2019.

Tratamientos					
Nº	Nitrógeno kg/ha	Fósforo kg/ha	Potasio kg/ha	Época de aplicación (d.d.s)	Diámetro de mazorca (cm)
T7	150	27	102	0- 20-40	5,02 a
T6	100	18	68	0- 20-40	4,73 b
T5	0	18	68	0- 20	4,65 c
T3	100	0	68	0- 20-40	4,61 cd
T4	100	18	0	0- 20-40	4,54 de
T2	100	0	0	0- 20-40	4,47 e
T1	0	0	0	0- 0-0	4,35 f
Promedio general					4,62
Significancia estadística					**
Coeficiente de variación (%)					0,57

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

**= altamente significativo

4.9. Longitud de la mazorca

En la tabla 10 se presentan los resultados de la longitud de la mazorca, evaluado en el ensayo. El promedio general (15,21 cm) indica alta significancia estadística entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 1,30 %.

El tratamiento 7, en dosis Nitrógeno 150 kg/ha, Fósforo 27 kg/ha, Potasio 102 kg/ha mostró mayor longitud de la mazorca (17,60 cm), comportándose estadísticamente superior a los demás tratamientos. En el tratamiento testigo las plantas tuvieron menor longitud de la mazorca (12,84 cm).

Tabla 10. Longitud de la mazorca, en efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo rendimiento del cultivo de maíz canguil, Babahoyo 2019.

Tratamientos					
Nº	Nitrógeno kg/ha	Fósforo kg/ha	Potasio kg/ha	Época de aplicación (d.d.s)	Longitud de la mazorca (cm)
T7	150	27	102	0- 20-40	17,60 a
T6	100	18	68	0- 20-40	16,19 b
T4	100	18	0	0- 20-40	15,89 bc
T3	100	0	68	0- 20-40	15,50 c
T2	100	0	0	0- 20-40	14,66 d
T5	0	18	68	0- 20	13,81 e
T1	0	0	0	0- 0-0	12,84 f
Promedio general					15,21
Significancia estadística					**
Coeficiente de variación (%)					1,30

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

**= altamente significativo

4.10. Relación materia seca /grano

En la tabla 11 se presentan los resultados de relación materia seca /grano, evaluado en el ensayo. El promedio general (28 %) indica alta significancia estadística entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 4,09 %.

El tratamiento 7, en dosis Nitrógeno 150 kg/ha, Fósforo 27 kg/ha, Potasio 102 kg/ha mostró mayor relación materia seca /grano (37%), comportándose estadísticamente superior a los demás tratamientos. En el tratamiento testigo las plantas tuvieron menor relación materia seca /grano (12,84 %).

Cuadro 11. Relación materia seca /grano, en efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo rendimiento del cultivo de maíz canguil, Babahoyo, 2019.

Tratamientos					
N°	Nitrógeno kg/ha	Fósforo kg/ha	Potasio kg/ha	Época de aplicación (d.d.s)	Relación materia seca/grano (%)
T7	150	27	102	0- 20-40	37 a
T2	100	0	0	0- 20-40	35 a
T6	100	18	68	0- 20-40	28 b
T4	100	18	0	0- 20-40	28 b
T3	100	0	68	0- 20-40	24 c
T5	0	18	68	0- 20	22 cd
T1	0	0	0	0- 0-0	21 d
Promedio general					28
Significancia estadística					**
Coeficiente de variación (%)					4,09

4.11. Peso de 100 granos

En la tabla 12 se presentan los resultados de peso de 100 granos, evaluado en el ensayo. El promedio general (26,57 gr) indica alta significancia estadística entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 5,69 %.

El tratamiento 7, en dosis Nitrógeno 150 kg/ha, Fósforo 27 kg/ha, Potasio 102 kg/ha mostró mayor peso de 100 granos (37,00 gr), comportándose estadísticamente superior a los demás tratamientos. En el tratamiento testigo las plantas tuvieron menor relación peso de 100 granos (20,00 gr).

Tabla 12. Peso de 100 granos, en efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo rendimiento del cultivo de maíz canguil, Babahoyo, 2019.

Tratamientos					
Nº	Nitrógeno kg/ha	Fósforo kg/ha	Potasio kg/ha	Época de aplicación (d.d.s)	Peso de 100 granos (gr)
T7	150	27	102	0- 20-40	37,00 a
T6	100	18	68	0- 20-40	28,00 b
T4	100	18	0	0- 20-40	27,00 b
T5	0	18	68	0- 20	26,00 bc
T3	100	0	68	0- 20-40	26,00 bc
T2	100	0	0	0- 20-40	22,00 cd
T1	0	0	0	0- 0-0	20,00 d
Promedio general					26,57
Significancia estadística					**
Coeficiente de variación (%)					5,69

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

**= altamente significativo

4.12. Relación Grano/tusa

En la tabla 13 se presentan los resultados relación Grano/tusa, evaluado en el ensayo. El promedio general (1,11 gr) indica significancia estadística entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 7,78 %.

El tratamiento 4, en dosis Nitrógeno 100 kg/ha, Fósforo 18 kg/ha, mostró mayor relación Grano/tusa (37,00 gr), comportándose estadísticamente superior a los demás tratamientos. En el tratamiento 3, en dosis Nitrógeno 100 kg/ha, Potasio 68 kg/ha las plantas tuvieron menor relación Grano/tusa (0,98 gr).

Tabla 13. Relación Grano/tusa, en los efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de Maíz canguil. Babahoyo, 2019.

Tratamientos					
N°	Nitrógeno kg/ha	Fósforo kg/ha	Potasio kg/ha	Época de aplicación (d.d.s)	Relación Grano/tusa (gr)
T7	150	27	102	0- 20-40	1,41 a
T6	100	18	68	0- 20-40	1,17 ab
T4	100	18	0	0- 20-40	1,16 ab
T3	100	0	68	0- 20-40	1,04 b
T5	0	18	68	0- 20	1,02 b
T2	100	0	0	0- 20-40	1,01 b
T1	0	0	0	0- 0-0	0,98 b
Promedio general					1,11
Significancia estadística					*
Coeficiente de variación (%)					7,78

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

**= altamente significativo

4.13. Rendimiento de grano

En la tabla 14 se presentan los resultados rendimiento de grano, evaluado en el ensayo. Los promedios indican alta significancia estadística entre los tratamientos, el mismo que fue de 3466,22 kg/ha, con un coeficiente de variación de 0,03 %.

El tratamiento 7, en dosis Nitrógeno 150 kg/ha, Fósforo 27 kg/ha, Potasio 102 kg/ha mostró mayor rendimiento de grano (4112,08 kg/ha), comportándose estadísticamente superior a los demás tratamientos. En el tratamiento testigo las plantas tuvieron menor rendimiento de grano (2827,55 kg/ha).

Tabla 14. Rendimiento de grano, en los efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de Maíz canguil. Babahoyo, 2019.

Tratamientos						
N°	Nitrógeno kg/ha	Fósforo kg/ha	Potasio kg/ha	Época de aplicación (d.d.s)	Rendimiento de grano kg/ha	
T7	150	27	102	0- 20-40	4112,08	a
T6	100	18	68	0- 20-40	3820,09	b
T4	100	18	0	0- 20-40	3557,53	c
T3	100	0	68	0- 20-40	3533,44	d
T2	100	0	0	0- 20-40	3490,41	e
T5	0	18	68	0- 20	2922,43	f
T1	0	0	0	0- 0-0	2827,55	g
Promedio general					3466,22	
Significancia estadística						**
Coeficiente de variación (%)						0,03

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes, según la Prueba de Tukey.

**= altamente significativo

4.14. Análisis económico

Tabla 15. Costos fijos/ha, en los efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de Maíz canguil. Babahoyo, 2019.

Concepto o Actividad	Unidades	Costo Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Preparación del terreno			
Arada	1	25,00	25,00
Rastra	2	25,00	50,00
Semilla			
Siembra	kg	100	100,00
	Jornal	12,00	60,00
Herbicidas			
Atrazina	kg	11,00	11,00
Pendimentalin	L	16,00	16,00
Nicosulfuron	g	6,00	6,00
Aplicación	Jornal	12,00	24,00
Insecticidas			
Thiodicard	cm	10,00	10,00
Radiant (Spinetoram)	0,1 L	17,00	17,00
Match (Lufenuron)	0,1 L	15,00	15,00
Aplicación	Jornal	12,00	36,00
Cosecha			
Cosecha manual	Jornal	12,00	84,00
Desgranada	Jornal	12,00	48,00
Terreno			
Alquiler	ha	170,00	170,00
Total costo fijo			672,00

Tabla 16. Analisis económico/ha, en los efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de Maíz canguil. Babahoyo, 2019.

Tratamientos N°	Rend. (Kg/ha)	Sacos 100 libras	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)				Beneficio neto (USD)	
				Fijos	Variables				
				Fert.	Mano de obra	Cosecha + transporte	Total		
T1	2827,55	62,21	1866,18	672,00	0,00	0,00	186,62	858,62	1007,56
T2	3490,41	76,79	2303,67	672,00	100,10	12,00	230,37	1014,47	1289,2
T3	3533,44	77,74	2332,07	672,00	170,40	24,00	233,21	1099,61	1232,46
T4	3557,53	78,27	2347,97	672,00	118,00	12,00	234,80	1036,8	1311,17
T5	2922,43	64,29	1928,80	672,00	88,40	24,00	192,88	977,28	951,52
T6	3820,09	84,04	2521,26	672,00	188,40	36,00	252,13	1148,53	1372,73
T7	4112,08	90,47	2713,97	672,00	247,40	36,00	271,40	1226,8	1487,17

Urea = \$ 23,00

DAP = \$ 30,00

Muriato de Potasio = \$ 31,00

Saco 100 libras = \$ 30,00

Cosecha y transporte = \$ 3,00

V. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente:

1. La mejor altura de plantas fueron obtenidas del tratamiento 7 con dosis de Nitrógeno 150kg/ha, Fosforo 27 kg/ha, Potasio 102kg/ha.
2. Las plantas con el mayor diámetro del tallo fueron las del tratamiento 7 con aplicación de Nitrógeno 150kg/ha, Fosforo 27 kg/ha, Potasio 102kg/ha.
3. Con la aplicación de Nitrógeno 150kg/ha, Fosforo 27 kg/ha, Potasio 102kg/ha se obtuvo el mejor porcentaje de clorofila a diferencia de los demás tratamientos.
4. Las plantas del tratamiento 7 con aplicaciones de Nitrógeno 150kg/ha, Fosforo 27 kg/ha, Potasio 102kg/ha fueron las que obtuvieron el mayor diámetro de mazorca.
5. Más peso del grano se logró aplicando Nitrógeno 150kg/ha, Fosforo 27 kg/ha, potasio 102kg/ha, mientras que en el testigo se dio el menor peso.
6. El mayor rendimiento fue en el tratamiento 7 con 4112,08kg/ha, aplicando Nitrógeno 150kg/ha, Fosforo 27 kg/ha, Potasio 102kg/ha.
7. Aplicando el tratamiento 7 en dosis Nitrógeno 150kg/ha, Fosforo 27 kg/ha, Potasio se produjo la mayor utilidad en comparación a los demás tratamientos.

VI. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones se recomienda:

1. Aplicar fertilización mineral en dosis de Nitrógeno 150kg/ha, Fosforo 27 kg/ha, Potasio 102kg/ha, para obtener mejores rendimientos.
2. Realizar análisis de suelo antes de la siembra para suplir las necesidades nutricionales de las plantas de una forma equilibrada.
3. Realizar ensayos con nuevas dosis para obtener más resultados.

VII. RESUMEN

La investigación se la realizó en los predios de la Granja “San Pablo” de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Km. 7½ de la vía Babahoyo – Montalvo, con altitud de 8 metros sobre el nivel del mar. Coordenadas X: -1,799621, - Y: 79,473936. El tema en estudio fue: Efectos de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz canguil (*Zea mays L.*). Se sembró maíz canguil, en parcelas de 20 m². Se realizaron siete tratamientos con tres repeticiones. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar. Para la evaluación de medias se empleó la prueba de Tukey al 5 % de significancia. Durante el ciclo del cultivo se evaluaron: altura de planta a cosecha, altura de inserción de mazorca, diámetro del tallo, Área foliar, índice de área foliar, clorofila, eficiencia agronómica por nutriente, diámetro de la mazorca, longitud de la mazorca, relación materia seca /grano, peso de 1000 granos, relación grano/tusa, rendimiento de grano, análisis económico. Los resultados mostraron que en el testigo no se obtuvieron los mejores resultados, mientras que en el tratamiento 7 con aplicación Nitrógeno 150kg/ha, Fosforo 27kg/ha, Potasio 102kg/ha, obteniendo los mejores resultados en las variables de estudio como por ejemplo el mayor rendimiento del cultivo que fue de 4112,05 kg/ha con un beneficio de \$ 1795,69.

Palabras claves: maíz canguil, macronutrientes, fertilización, nitrógeno, fosforo, potasio.

VIII. SUMMARY

The research was carried out on the farms of the “San Pablo” Farm of the Technical University of Babahoyo, located at Km 7½ of the Babahoyo - Montalvo road, with an altitude of 8 meters above sea level. X coordinates: -1,799621, - Y: 79,473936. The subject to evaluate was: Effects of the main macronutrients, on the development and yield of the cultivation of canguil corn (*Zea mays L.*). Canguil corn was planted in plots of 20 m². Seven treatments were performed with three repetitions. The treatments were distributed in a randomized complete block design. For the evaluation of means, the Tukey test at 5% significance was used. During the crop cycle the following were evaluated: plant height to harvest, ear insertion height, stem diameter, leaf area, leaf area index, chlorophyll, agronomic efficiency per nutrient, ear diameter, ear length, ratio dry matter / grain, weight of 1000 grains, grain / tusa ratio, grain yield, economic analysis. The results showed that the best results were not obtained in the control, while in treatment 7 with application Nitrogen 150kg / ha, Phosphorus 27kg / ha, Potassium 102kg / ha, obtaining the best results in the study variables such as the higher crop yield that was 4112.05 kg / ha with a benefit of \$ 1795.69.

Keywords: canguil corn, macronutrients, fertilization, nitrogen, phosphorus, potassium.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Bressani, J. B. (1972). *La importancia del maíz en la nutrición humana, en América Latina y otros países. Mejoramiento nutricional del maíz.* . Guatemala, : Pub. INCAP L-3, .
- Cabrerizo, C. (2012). *El Maíz en la alimentación Humana*. Obtenido de Obtenido de:
<http://www.infoagro.com/>
- CIMMYT. (1988). *Hechos y Tendencias Mundiales del Maíz*. Mexico.
- Conacyt. (18 de Junio de 2019). *Maíz y Nutrición Informe sobre los usos y las propiedades nutricionales del maíz para la alimentación humana y animal*. Obtenido de Obtenido de:
<https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/maiz>.
- Cooperación Suiza en América Central. ((2009). *Manual Fertilizantes y Enmiendas*. Consultado: 03/08/2018.
- Echeverría, H. F. (1998.). *Guía para la fertilización fosfatada de trigo, maíz, girasol y soja. EEA INTA Balcarce,, Boletín técnico N°149*. Obtenido de Disponible en línea:
<http://www.fertilizando.com/articulos/Manejo%20del%20Fosforo%20en%20Maiz.asp>
- FAO. (2001). *El Maíz En Los Trópicos*:. Roma, .
- FAO. (2012). En *Los fertilizantes y su uso*. Consultado: 23/07/2018. (pág. Archivo pdf (83 pág.)).
- Fernández, C. V. (2016). Efecto del uso del suelo sobre las fracciones de fósforo y su relación con características edáficas en un hapludalf de corrientes . Universidad Nacional del Nordeste. 2003. .
- Fernández, M. (2017). Fósforo: amigo o enemigo ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, vol. XLI, núm. 2. Cuba.: Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar Ciudad de La Habana.
- García, P. L. (2010). *Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino*. Andaluica España.

- Ibarra, I. M. (2002). Riego en maiz. Mexico.
- Infoagro. (11 de 12 de 2008). *Fertilizantes Nitrogenados*. Obtenido de Obtenido de:
https://www.infoagro.com/abonos/abonos_y_fertilizantes.htm
- Infoagro. (2014). *El Cultivo de Maiz*. Obtenido de Disponible en linea:
<https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz2.htm>
- Iniap. (2013). *Guía De Producción De Maíz Para Pequeños Agricultores Y Agricultoras*.
Obtenido de Obtenido de: file:///C:/Users/dayana/Downloads/iniapscg96%20(1).pdf
- INTAGRI. (2017). Crterios para la Fertilización Potásica en Cultivos. Serie Nutrición
Vegetal. Núm. 86. México. Obtenido de Artículos Técnicos de INTAGRI.
- IPNI. (s.f.). *Síntomas de deficiencias nutricionales en maíz*. Obtenido de Investigacion
Inpofos: Obtenido de:
[http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/57F0DBAD94E9700303257967007CF737/\\$FILE/AA%202.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/57F0DBAD94E9700303257967007CF737/$FILE/AA%202.pdf)
- Martinez. (2002).
- Meneses Natália, M. C. (2017). Fertilización potásica del maíz dulce en suelo con alta
disponibilidad de potasio. *Agrociencia Uruguay*, 55-58.
- Menjivar, F. J. (2015). Evaluación de la eficiencia de tres fertilizantes edáficos sobre el
rendimiento y calidad del maiz. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental.*,
Volumen 6 Número 1. ISSN 214.
- Mikkelsen, R. (2008). Managing Potassium for Organic Crop Production. Better Crops with
plant food .
- Otahola, G. V.-B. (2002). Respuesta del Maíz (*Zea mays* L.) Tipo Reventón a Diferentes
Poblaciones y Niveles de. *UDO Agrícola*, 8-9.
- Pérez, J. (12 de 11 de 2014). *Uso de los fertilizantes y su impacto en la producción
agrícola.Trabajo en Maestría. Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de
Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/39459/1/71782231.2014.pdf>
- Quirós, R. R. (2016). Evaluación de la fertilización nitrogenada en maiz Universidad de

Costa Rica . Costa Rica. : Agronomía Mesoamericana.

Rodríguez Suppo. (2001). En *Fertilizantes. Nutricion Vegetal*. Costa Rica: Edición: 2001.

Salas, R. (2003). *Fertilizantes: características y manejo. Nutricion mineral de plantas y el uso de fertilizantes.* . Costa Rica.

Sanchez, C. (26 de Julio de 2019). *Vivir Bien*. Obtenido de Obtenido de :

<https://de10.com.mx/vivir-bien/2016/01/19/el-origen-de-las-palomitas-de-maiz-y-sus-nombres-alrededor-del-mundo>

Subero, N. R. (2017). Fraccionamiento de fósforo en suelos cultivados con arroz por largos períodos de tiempo. Parte II.Relación fósforo orgánico inorgánico Bioagro, . Venezuela. : Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado Barquisimeto,.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de la varianza

Altura de planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura Planta	21	1,00	0,99	0,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	GL	SC	CM	F Calc
Tratamientos	6	5180,53	863,42	468,54**
Bloques	2	6,49	3,24	1,76 NS
Error	12	22,11	1,84	
Total	20	5209,13		

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,87923

Error: 1,8428 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
7	162,23	3	0,78	A
6	155,67	3	0,78	B
4	151,83	3	0,78	B C
3	149,20	3	0,78	C D
2	146,00	3	0,78	D
5	121,60	3	0,78	E
1	118,20	3	0,78	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,93582

Error: 1,8428 gl: 12

Bloque	Medias	n	E.E.	
1	144,24	7	0,51	A
2	143,47	7	0,51	A
3	142,89	7	0,51	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Altura de inserción de mazorca

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de Insercion de Maz..	21	0,94	0,91	3,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	GL	SC	CM	F Calc
Tratamientos	6	656,11	109,35	25,27 **
Bloques	2	4,72	2,36	33,45 NS
Error	12	39,23	3,27	
Total	20	700,06		

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,16671

Error: 3,2690 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
7	67,00	3	1,04 A
6	63,90	3	1,04 A B
4	61,70	3	1,04 B
2	59,43	3	1,04 B
3	59,27	3	1,04 B
5	53,33	3	1,04 C
1	49,45	3	1,04 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,57831

Error: 3,2690 gl: 12

Bloque	Medias	n	E.E.
2	59,81	7	0,68 A
1	58,93	7	0,68 A
3	58,72	7	0,68 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Diámetro del tallo.

Variable N R² R² Aj CV
Diámetro del tallo 21 0,99 0,98 1,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	GL	SC	CM	F Calc
Tratamientos	6	87,13	14,52	1,00**
Bloques	2	69,85	34,92	2,41NS
Error	12	174,14	14,51	
Total	20	331,12		

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05174

Error: 0,0003 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
7	1,74	3	0,01	A
6	1,65	3	0,01	B
4	1,56	3	0,01	C
3	1,56	3	0,01	C
2	1,44	3	0,01	D
5	1,40	3	0,01	D E
1	1,38	3	0,01	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02582

Error: 0,0003 gl: 12

Bloque	Medias	n	E.E.	
3	1,54	7	0,01	A
2	1,54	7	0,01	A
1	1,52	7	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Área Foliar

Variable N R² R² Aj CV
Área Foliar 21 0,98 0,96 2,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	GL	SC	CM	F Calc
Tratamientos	6	9507706,57	1584617,76	82,18**
Bloques	2	23336,96	11668,48	0,61NS
Error	12	231382,51	19281,88	
Total	20	9762426,03		

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=396,81090

Error: 19281,8756 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
7	6495,15	3	80,17	A
6	6011,58	3	80,17	B
3	5222,04	3	80,17	C
4	5149,12	3	80,17	C
2	4836,29	3	80,17	C D
5	4624,08	3	80,17	D
1	4565,65	3	80,17	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=198,01781

Error: 19281,8756 gl: 12

Bloque	Medias	n	E.E.	
2	5317,00	7	52,48	A
3	5261,62	7	52,48	A
1	5237,34	7	52,48	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Índice de Área Foliar

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Índice de Área Foliar	21	0,90	0,83	2,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	GL	SC	CM	F Calc
Tratamientos	6	128,78	21,46	17,12**
Bloques	2	3,45	1,73	1,38NS
Error	12	15,04	1,25	
Total	20	147,27		

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,19929

Error: 1,2534 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
7	47,06	3	0,65 A
6	46,41	3	0,65 A
3	45,66	3	0,65 A B
4	44,14	3	0,65 A B
2	42,52	3	0,65 B C
5	40,84	3	0,65 C
1	40,40	3	0,65 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,59652

Error: 1,2534 gl: 12

Bloque	Medias	n	E.E.
2	44,32	7	0,42 A
1	43,93	7	0,42 A
3	43,33	7	0,42 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Clorofila

Variable N R² R² Aj CV
Clorofila 21 0,91 0,85 6,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	GL	SC	CM	F Calc
Tratamientos	6	1556,44	259,41	20,63*
Bloques	2	17,27	8,64	0,69NS
Error	12	150,90	12,58	
Total	6	1724,62		

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=10,13372

Error: 12,5753 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
7	66,36	3	2,05 A
3	63,06	3	2,05 A
4	62,87	3	2,05 A
6	62,16	3	2,05 A
2	61,29	3	2,05 A
5	44,62	3	2,05 B
1	44,12	3	2,05 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,05696

Error: 12,5753 gl: 12

Bloque	Medias	n	E.E.
3	58,55	7	1,34 A
1	58,29	7	1,34 A
2	56,51	7	1,34 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Eficiencia agronómica por nutriente

Variable N R² R² Aj CV
 Eficiencia agronómica por .. 21 1,00 1,00 0,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	GL	SC	CM	F Calc
Tratamientos	6	116,88	19,48	149662,73**
Bloques	2	0,00	0,00	6,29NS
Error	12	0,00	0,00	
Total	6	116,88		

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03260

Error: 0,0001 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
2	6,69	3	0,01	A
4	6,24	3	0,01	B
6	5,38	3	0,01	C
7	4,64	3	0,01	D
3	4,24	3	0,01	E
5	1,11	3	0,01	F
1	0,00	3	0,01	G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01627

Error: 0,0001 gl: 12

Bloque	Medias	n	E.E.	
2	4,06	7	4,3E-03	A
1	4,04	7	4,3E-03	B
3	4,04	7	4,3E-03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Diámetro de la mazorca

Variable N R² R² Aj CV
 Diámetro de mazorca 21 0,99 0,98 0,57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	GL	SC	CM	F Calc
Tratamientos	6	0,82	0,14	200,35**
Bloques	2	0,00	0,00	1,00NS
Error	12	0,01	0,00	
Total	6	0,83		

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07483

Error: 0,0007 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
7	5,02	3	0,02	A
6	4,73	3	0,02	B
5	4,65	3	0,02	C
3	4,61	3	0,02	C D
4	4,54	3	0,02	D E
2	4,47	3	0,02	E
1	4,35	3	0,02	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03734

Error: 0,0007 gl: 12

Bloque	Medias	n	E.E.	
3	4,64	7	0,01	A
2	4,62	7	0,01	A
1	4,62	7	0,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Longitud de la mazorca

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de Mazorca	21	0,99	0,98	1,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	GL	SC	CM	F Calc
Tratamientos	6	45,27	7,54	192,61**
Bloques	2	0,14	0,07	1,73NS
Error	12	0,47	0,04	
Total	20	45,88		

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,56559

Error: 0,0392 gl: 12

Tratamiento Medias n E.E.

7	17,60	3 0,11	A
6	16,19	3 0,11	B
4	15,89	3 0,11	B C
3	15,50	3 0,11	C
2	14,66	3 0,11	D
5	13,81	3 0,11	E
1	12,84	3 0,11	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,28224

Error: 0,0392 gl: 12

Bloque Medias n E.E.

2	15,28	7 0,07	A
3	15,25	7 0,07	A
1	15,10	7 0,07	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Relación materia seca /grano

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Relación materia seca /gra..	21	0,82	0,70	7,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	GL	SC	CM	F Calc
Tratamientos	6	0,39	0,07	8,76**
Bloques	2	0,02	0,01	1,60NS
Error	12	0,09	0,01	
Total	20	0,51		

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,24774

Error: 0,0075 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
7	1,41	3	0,05 A
6	1,17	3	0,05 A B
4	1,16	3	0,05 A B
3	1,04	3	0,05 B
5	1,02	3	0,05 B
2	1,01	3	0,05 B
1	0,98	3	0,05 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12363

Error: 0,0075 gl: 12

Bloque	Medias	n	E.E.
2	1,15	7	0,03 A
3	1,13	7	0,03 A
1	1,07	7	0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Peso de 100 granos

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso 100 granos	21	0,95	0,92	5,69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	GL	SC	CM	F Calc
Tratamientos	6	527,14	87,86	38,44**
Bloques	2	4,57	2,29	1,00NS
Error	12	27,43	2,29	
Total	20	559,14		

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,32036

Error: 2,2857 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
7	37,00	3	0,87	A
6	28,00	3	0,87	B
4	27,00	3	0,87	B
5	26,00	3	0,87	B C
3	26,00	3	0,87	B C
2	22,00	3	0,87	C D
1	20,00	3	0,87	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,15596

Error: 2,2857 gl: 12

Bloque	Medias	n	E.E.	
1	27,14	7	0,57	A
3	26,57	7	0,57	A
2	26,00	7	0,57	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Relación Grano/tusa

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Relación Grano/tusa	21	0,82	0,70	7,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	GL	SC	CM	F Calc
Tratamientos	6	0,39	0,07	8,76*
Bloques	2	0,02	0,01	1,60NS
Error	12	0,09	0,01	
Total	20	0,51		

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,24774

Error: 0,0075 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
4	1,41	3	0,05 A
5	1,17	3	0,05 A B
6	1,16	3	0,05 A B
1	1,04	3	0,05 B
7	1,02	3	0,05 B
2	1,01	3	0,05 B
3	0,98	3	0,05 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12363

Error: 0,0075 gl: 12

Bloque	Medias	n	E.E.
2	1,15	7	0,03 A
3	1,13	7	0,03 A
1	1,07	7	0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Rendimiento de grano

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento de grano	21	1,00	1,00	0,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	GL	SC	CM	F Calc
Tratamientos	6	3778218,36	629703,06	515590,59*
Bloques	2	11,86	5,93	4,86NS
Error	12	14,66	1,22	
Total	20	3778244,88		

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,15809

Error: 1,2213 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
7	4112,08	3	0,64	A
6	3820,09	3	0,64	B
4	3557,53	3	0,64	C
3	3533,44	3	0,64	D
2	3490,41	3	0,64	E
5	2922,43	3	0,64	F
1	2827,55	3	0,64	G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,57596

Error: 1,2213 gl: 12

Bloque	Medias	n	E.E.	
3	3467,27	7	0,42	A
2	3465,83	7	0,42	A B
1	3465,55	7	0,42	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 2. Fotografías



Figura 1. Siembra.



Figura 2. Aplicación de riego por gravedad al cultivo.



Figura 3. Aplicación de tratamientos.



Figura 4. Control de Plagas.



Figura 5. Evaluación de Altura de Planta.



Figura 6. Visita del tutor del trabajo experimental.



Figura 7. Evaluación de altura de inserción de mazorca.



Figura 8. Evaluación de diámetro del tallo.



Figura 9. Evaluación de Clorofila.



Figura 10. Evaluación de diámetro de mazorca.

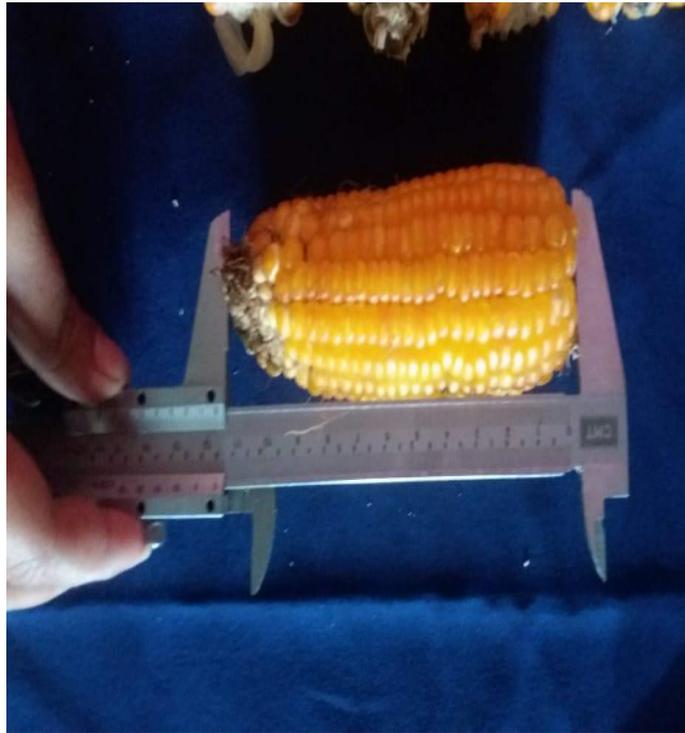


Figura 11. Evaluación de longitud de mazorca.

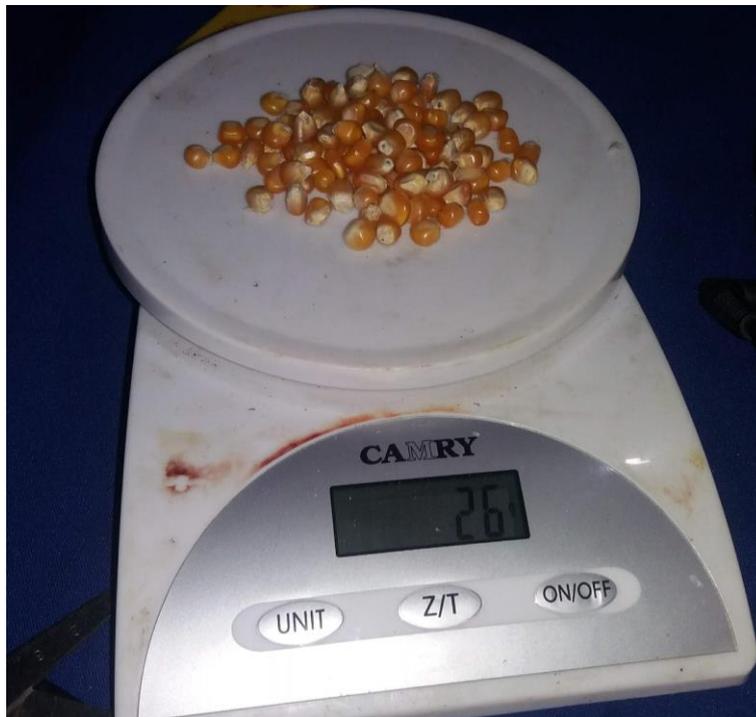


Figura 12. Peso de 100 granos.



Figura 13. Peso de Materia Seca



Figura 14. Cosecha

