

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TRABAJO EXPERIMENTAL

Presentado al H. Consejo Directivo como requisito previo a
la obtención de título de:

Ingeniero Agrónomo

TEMA:

“Efectos de dos programas de fertilización sobre el
comportamiento agronómico de híbridos de maíz (*Zea
mays* L.), en la zona de Ricaurte”

AUTOR:

LUIS ERNESTO CARPIO VALENCIA

DIRECTOR:

Ing. Agr. EDUARDO COLINA NAVARRETE

BABAHOYO – LOS RÍOS – ECUADOR

2017

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TRABAJO EXPERIMENTAL

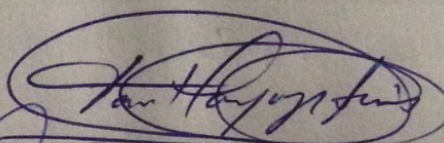
Presentado al H. Consejo Directivo como requisito previo a
la obtención de título de:

Ingeniero Agrónomo

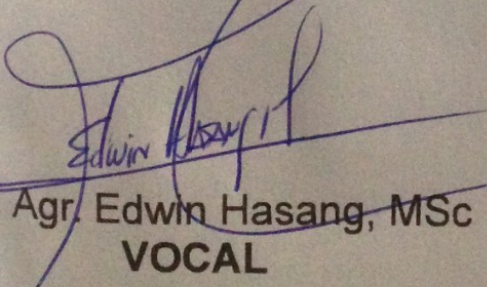
TEMA:

“Efectos de dos programas de fertilización sobre el
comportamiento agronómico de híbridos de maíz (*Zea
mays* L.), en la zona de Ricaurte”

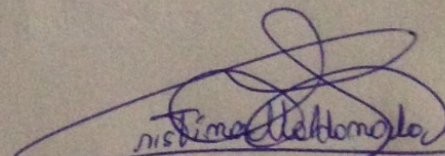
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Ing. Agr. David Mayorga Arias, MBA
PRESIDENTE

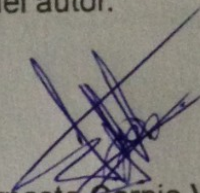


Ing. Agr. Edwin Hasang, MSc
VOCAL



Ing. Agr. Cristina Maldonado, MBA
VOCAL

El responsable por la investigación, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en este trabajo experimental son exclusivas del autor.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping, stylized strokes that form a complex, abstract shape.

Luis Ernesto Carpio Valencia

DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado a Jesús, por haberme dado salud y vida en el transcurso de mi carrera.

A mi madre: Sonia de Jesús Valencia Rosado, por sus incansables desvelos de arduo trabajo, negándose a sí misma para dárme todo y sin ningún interés; tanto fue tu afán de educarme, que no renegaste al dolor de la pobreza, sino que el amor incondicional que hay en ti y la perseverancia que mostraste frente a las tribulaciones, me hicieron ser quién soy ahora: Tu ingeniero agrónomo.

No tengo con que pagar todo lo que has hecho por mí, y quedo eternamente agradecido; te amo, mamá.

Luis Ernesto Carpio Valencia

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, quien ha sido mi guía a través de su palabra; a mi madre, ya que no existen palabras para describir el impacto positivo que ha causado en mi vida.

A los maestros que me inspiraron y que realmente han tenido ese deseo de emanar conocimiento: Eduardo Colina, tutor del proyecto; Dalton Cadena, Carmen Torres, Carlos Castro, Delia Avilés, Walter Reyes, Daniel Toro, Eleonora Layana, Otto Ordeñana, Juan Salinas, David Álava, Fernando Gaibor, y también a los que dieron clases por obligación.

A mi mejor amiga Gabriela Espinoza, quién estuvo conmigo en los peores momentos, a mis compañeros y a sus queridas madres, que en tiempo de crisis personal o sentimental me extendieron la mano sin pedir nada a cambio: Kent Pazos, Sra. Olga Andrade, Jhon Miranda, Sra. Julia Acurio, Billy Mera, Sra. Rosa Mocayo, Rony Game, Andrés Pendolema, Sra. Diana Jaramillo; cuanto les agradezco por todo, los llevaré siempre en mi corazón, formamos un buen equipo.

Luis Ernesto Carpio Valencia

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TRABAJO EXPERIMENTAL

Presentado al H. Consejo Directivo como requisito previo a
la obtención de título de:

Ingeniero Agrónomo

TEMA:

“Efectos de dos programas de fertilización sobre el
comportamiento agronómico de híbridos de maíz (*Zea
mays* L.), en la zona de Ricaurte”

AUTOR:

LUIS ERNESTO CARPIO VALENCIA

DIRECTOR:

Ing. Agr. EDUARDO COLINA NAVARRETE

BABAHOYO – LOS RÍOS – ECUADOR

2017

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	8
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
IV. RESULTADOS.....	25
4.3. Días a cosecha.....	27
4.4. Altura de inserción de la mazorca.....	28
4.5. Diámetro de mazorca.....	29
4.6. Longitud de mazorca.....	30
4.7. Peso de 100 granos.....	31
4.8. Rendimiento por hectárea.....	32
4.9. Evaluación económica.....	33
V. DISCUSIÓN.....	35
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
VII. RESUMEN.....	39
VIII. SUMMARY.....	40
IX. LITERATURA CITADA.....	41
ANEXO.....	44

I. INTRODUCCIÓN

La producción de maíz duro está destinada en su mayoría (70 %) a la industria de alimentos de uso animal; el segundo destino lo representan las exportaciones (22 %) y la diferencia la comparten el consumo humano y la producción de semillas; históricamente en el Ecuador se ha manejado la cifra de 250 000 hectáreas, aproximadamente¹.

Los suelos pertenecientes a la zona cinco, integrada por las provincias de: Bolívar, Los Ríos, Santa Elena y Guayas; poseen el mayor porcentaje de suelos altamente productivos y sin restricciones para la agricultura, cuyo porcentaje es el 39 % de la superficie nacional. Los Ríos tiene el 18 % de terrenos productivos, con una extensión de 190 861 ha, usadas para cultivar maíz. Aunque el promedio nacional de producción de maíz sea de 6,33 t/ha, el uso inadecuado y desconocimiento de herramientas tecnológicas, manejo agronómico deficiente; implicando: densidades poblacionales, cronograma de fertilización en base a los requerimientos nutricionales del genotipo utilizado y análisis de suelos, los rendimientos tienden a disminuir².

En la actualidad, el uso de híbridos es cada vez mayor; su potencial de rendimiento es alto y demandan una gran cantidad de fertilizantes. Se necesita nutrición adecuada y balanceada para llegar a expresar el potencial genético del individuo. El rendimiento del maíz depende de los requerimientos nutricionales del mismo; siendo necesario realizar un análisis químico del suelo para determinar los elementos presentes en el suelo, formas asimilables y cantidades; posterior a ello establecer un programa de fertilización con el objetivo de satisfacer las necesidades del cultivo y obtener rendimientos competitivos, basándose en el suministro y eficiencia de los nutrientes utilizados, acorde a la remoción de nutrientes por cantidad de grano producido.

1 Fuente: Infoagro. 2014. www.infoagro.com

2 Fuente: MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca). 2014. www.magap.gob.ec. SINAGAP.

Los programas de fertilización convencionales están formados mayormente por Macro elementos, tales como: N, P, K, S; Muy poco utilizados el Ca y Mg; Sin embargo la aplicación complementaria de microelementos puede aumentar el rendimiento en el cultivo de maíz, ya que éstos son requeridos por las plantas en pequeñas cantidades.

1.1. Objetivos

1.1.1 General

Evaluar los efectos de aplicación de dos programas de fertilización sobre el comportamiento agronómico de dos híbridos de maíz.

1.1.2 Específicos.

1. Determinar la eficiencia agronómica de los fertilizantes utilizados sobre el comportamiento agronómico de dos híbridos de maíz.
2. Identificar el mejor tratamiento de los fertilizantes aplicados sobre el rendimiento de los materiales utilizados.
3. Realizar un análisis económico en función del rendimiento del grano.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Las plantas necesitan 16 elementos para un desarrollo vegetativo y reproductivo normal. Estos elementos son esenciales porque: 1) las plantas no pueden completar su ciclo de vida sin ellos, 2) los síntomas de deficiencia aparecen cuando el elemento no está presente y desaparecen con la aplicación del mismo y 3) cada elemento tiene por lo menos un rol metabólico en la planta. Los elementos esenciales pueden ser agrupados en 3 categorías, macronutrientes no minerales, macronutrientes minerales y micronutrientes. Los macronutrientes son aquellos elementos que las plantas necesitan en cantidades relativamente grandes (1 % a 6 % del peso seco; 1 % = 1 g / 100 g de peso seco). Los micronutrientes, aunque requeridos en menores cantidades (1 a 200 ppm; 1ppm = 1 mg / kg de peso seco) son igualmente importantes que los macronutrientes. Los elementos no minerales (carbono [C], hidrogeno [H] y oxígeno [O]) provienen del agua y el aire, mientras que la mayoría de los elementos minerales, son obtenidos por las plantas mediante la absorción de nutrientes en la solución del suelo (Sierra, Simonne y Treadwell, 2007).

Según las estimaciones de la FAO (2011), la tercera parte de las 2,000 millones de hectáreas de suelos productivos del mundo registran procesos degradatorios entre moderados y severos. El problema radica en que aún no se comprenden que la vida sobre la tierra depende, en gran medida, de las diferentes funciones cumplidas por la delgada capa de suelos: provisión de alimentos, uso sustentable del agua, conservación de la biodiversidad y control del clima global. Además es posible duplicar los rendimientos en los suelos mediante la implementación de tecnologías apropiadas. Sin embargo, para que esto sea posible se debe adoptar un sistema de rotación de cultivos con inclusión de gramíneas –arroz, maíz y sorgo– que aseguren una cobertura de residuos permanente para el suelo y un balance positivo de la materia orgánica. En un contexto mundial en el que se estima que la demanda de agroalimentos crecerá un 70 % en los próximos 40 años, la producción sustentable y la conservación de los recursos naturales ocupan un rol clave.

2.1. Importancia del cultivo de maíz

Sánchez (2010) indica que el maíz híbrido es el resultado del cruce entre dos genotipos homocigotos que difieren genéticamente; Las semillas obtenidas "F1", dan origen a plantas que manifiestan gran vigor, traducido a un mayor rendimiento por unidad de área, siendo superiores en 20-30 % a los generalmente obtenidos con por variedades.

La semilla de maíz híbrido suministra a los agricultores genotipos que poseen características genéticas mejoradas, como el alto potencial de rendimiento, combinaciones de características únicas para combatir las enfermedades y condiciones de cultivo adversas. No obstante, la calidad y producción de grano depende fundamentalmente de los métodos de producción en campo y la implementación de un manejo agronómico del cultivo (McRobert, 2015).

Bertorelli (2007), manifiesta que las variedades mejoradas de maíz "híbrido" son las que se producen al cruzar dos razas (o variedades) progenitoras, para aprovechar las características de estas y para lograr que el comportamiento del cultivo sea muy homogéneo. Las variedades cruzadas, o "híbridas" se comportan mejor debido a que ocurre algo que en genética se llama "vigor híbrido", sucede que los pares de genes son lo más distinto posible, y la variedad híbrida resultante es más resistente y productiva.

2.2. Nutrición en maíz

El manejo nutricional en el cultivo de maíz es una de las bases fundamentales para maximizar los rendimientos; la fertilización en la actualidad representa una tecnología más que debe ser añadida al proceso de producción; Por ello, para que la utilización de ésta herramienta impacte, se debe crear un programa de planificación dentro de los procesos de producción donde se debe incluir el plan de fertilización (Torres 2012).

"En nuestro país en la actualidad se llevan a cabo programas de nutrición con criterios muy variados en la producción y sin una base analítica de laboratorios

por lo que la corrección en detalles de macro y micronutrientes se debe realizar en la mayoría de los casos de forma visual. Cada especie tiene sus exigencias peculiares, tanto por la calidad como por la cantidad de fertilizantes a aplicar, solamente con conocimientos de estas necesidades permite establecer una fertilización ideal que garantice una producción máxima y que al mismo tiempo, conserve el suelo en un estado natural perfecto sin que haya el peligro de desequilibrios minerales que puedan alcanzar niveles realmente peligrosos, sobre todo tratándose de monocultivos continuos” (AGRIPAC, 2010).

En un escenario tecnológico y climático cambiante los productores de maíz, pueden reaccionar de acuerdo a factores culturales, económicos o sociales. En cualquier caso, los efectos de escenarios climáticos negativos pueden ser reducidos promoviendo nuevas técnicas / tecnologías de producción (atenuadores de stress, nuevos genotipos) medidas sociales (educación continua) y la construcción de capital social en la empresa (buenos equipos profesionales), como componentes esenciales de respuestas adaptativas exitosas. Hoy existen medidas adaptativas y tecnologías efectivas para enfrentar escenarios de cambio. Sin embargo, el apoyo del conocimiento científico y técnico ha sido relevante para los cambios experimentados en nuestras regiones productivas. En escenarios complejos la ciencia y la educación pueden proveer recursos estratégicos para solucionar los nuevos problemas y reducir el riesgo (Satorre, 2012).

García (2014) menciona que el rendimiento de maíz está definido principalmente por el número final de granos obtenidos por unidad de superficie, el cual es función de la tasa de crecimiento del cultivo alrededor del periodo de floración. Por lo tanto, para obtener altos rendimientos, el cultivo debe lograr un óptimo estado fisiológico en floración: cobertura total del suelo y alta eficiencia de conversión de radiación interceptada en biomasa. La adecuada disponibilidad de nutrientes, especialmente en el que son mayormente requeridos (5-6 Hojas desarrolladas), asegura un buen desarrollo, crecimiento foliar y alta eficiencia de conversión de la radiación interceptada.

Los nutrientes disponibles en el suelo limitan la producción de maíz, lo cual es necesario conocer los requerimientos del cultivo y oferta del suelo para determinar las necesidades de la fertilización.

Barriga (2010) certifica que con la aplicación de tres fertilizantes minerales en el cultivo de maíz se mejoran las características fenotípicas tales como: altura de planta, grosor de tallo, área foliar etc. El objetivo del suministro de fertilizantes es, abastecer una cantidad razonable de nutrientes cuando la planta lo requiere, dependiendo de sus diferentes etapas de desarrollo y que la mayor o menor cantidad de granos, peso, es el resultado de la fotosíntesis y respiración; actividades influenciadas directa o indirectamente por el contenido de nutrientes.

Arroyave (1986) señala que para la utilización de fertilizantes en el cultivo de maíz se deben considerar aspectos importantes tales como:

- Genotipo sembrado (Variedad o híbrido), ya que los segundos requieren mayor cantidad de fertilizantes.
- Tipo de suelo; en dichos entes el total de fertilizaciones deben ser realizados por lo menos en tres aplicaciones.
- Los híbridos en general necesitan condiciones climáticas favorables, adecuado manejo agronómico; siendo los factores abióticos ajenos a la calidad y responsabilidad de la semilla.

García (2014) indica que para obtener una tonelada de grano de maíz, el cultivo extrae: 22 kg Nitrógeno, 4 kg Fósforo, 19 kg Potasio, 3 kg Calcio, 3 kg Magnesio, 4 kg Azufre.

Ciampitti (2015) sostiene que en el caso del N, la dosis a utilizar se puede determinar a través de la relación entre el (nitrógeno disponible (N), nitratos del suelo a pre-siembra, 0-60 cm, más el fertilizante nitrogenado) y el rendimiento del cultivo. Es conocido que pueden obtenerse diferentes respuestas a la aplicación de N debido a las condiciones climáticas: temperatura, precipitación;

Suelo: Temperatura, Materia orgánica, textura; Manejo de cultivo: Riego, densidad, fertilización, así también como la utilización de diferentes genotipos. García (2008) concluyeron que el Nitrógeno es el nutriente que más limita la producción del cultivo de Maíz, además el contenido de este nutriente está asociado al verdor del follaje, lo que significa que éste índice podría utilizarse como una herramienta para el manejo del N en los cultivos.

El INTA (2014) señala que el Nitrógeno actúa como combustible, dándole energía al área foliar para que se mantenga sana y llegue a la etapa de llenado de granos con altas tasas de crecimiento para obtener elevados rendimientos y granos de calidad. Dicho nutriente posee una alta movilidad en el suelo.

El maíz comienza su mayor consumo de nitrógeno alrededor de seis hojas completamente expandidas (V-6 a V-7). Por ello, antes que comience dicha etapa fenológica, el cultivo debería de disponer de una oferta de nitrógeno adecuada que satisfaga su demanda para el crecimiento. Dentro de las estrategias de fertilización con respecto al nitrógeno pueden resumirse tres: fertilizar a la siembra, fertilizar entre dos V-2 a siete hojas V-7, fraccionar la dosis entre la siembra y V-7 en dos aplicaciones (Torres, 2012).

Por medio de sus investigaciones nos demuestra que, el fraccionamiento de fertilizantes nitrogenados son más eficientes que en una sola aplicación. Estos genotipos de alto rendimiento requieren su última fracción en la etapa cercana a la floración. Los requerimientos de: fósforo, potasio, y magnesio, deben ser suministrados en el momento de la siembra (Rengel, 2004).

Mendoza (2010) corrobora los estudios de Torres y Rengel, al evaluar el efecto del fraccionamiento de Nitrógeno en la productividad del maíz híbrido "Dekalb 1040" en la zona de Ventanas. El fraccionamiento fue hecho en tres estados: V0, V6 y V10; en donde cuya aplicación obtuvo el mayor rendimiento que las distribuidas en dos fracciones.

Yamada (2003) en investigaciones realizadas dice que es necesario que exista un óptimo balance entre los macro y microelementos para el buen crecimiento de las plantas y microorganismos benéficos del suelo. Además, estos nutrientes deben estar en el suelo desde el inicio del crecimiento, cuando es mayor la tasa de absorción de estos elementos. El nitrógeno es el nutriente que más estimula la proliferación radicular, principalmente cuando se encuentra en forma amoniacal. El nitrógeno amoniacal aumenta la eficiencia de la fertilización fosforada, que por lo consiguiente tiene un efecto positivo en el sistema radicular.

Grant *et al.* (2001) indican que el fósforo es necesario para el metabolismo de las plantas, desempeñando un importante rol en la transferencia de energía, respiración y fotosíntesis. Las limitaciones en la disponibilidad de P temprano en el ciclo del cultivo, pueden dar como resultado restricción del crecimiento, de la cual nunca se recupera, aun cuando después se incremente la dosis de fósforo a niveles adecuados. Un apropiado nivel de P es necesario para las fases iniciales de la planta.

El Fósforo funciona sobre el crecimiento del sistema radicular de la planta, desarrollo, coloración, mejorando la calidad del cultivo; de tal manera que mejora la fisiología de la planta aumentando la producción de ácidos nucleicos y clorofila, los cuales son necesarios para la transformación de glúcidos y asimilación de grasas (Paterson, 1966).

Mantiene que el fósforo, una vez absorbido es muy móvil en la planta y se añade rápidamente al metabolismo de la planta, en cuyo interior se producen azúcares, alcoholes, fosfolípidos y componentes de la membrana celular. La deficiencia de este nutriente obstruye el crecimiento de las raíces y la nutrición así mismo, demostrando como sintomatología visible, color pardo en ciertas áreas de la planta tales como: Hojas y pedúnculos (Domínguez, 1984).

IPNI (2008), sostiene que el fósforo penetra a través de las capas rizodérmicas y pelos absorbentes; una vez dentro de la raíz, el nutriente puede quedarse almacenado en esta área o ser transportado a otras áreas de la planta. A través de reacciones químicas, el P se incorpora a compuestos orgánicos como ácidos nucleicos (ADN y ARN), fosfoproteínas, enzimas, fosfolípidos; de esta manera el P se mueve a distintas partes para seguir interviniendo y formando parte de las reacciones químicas que ocurren en la fisiología de la planta.

Kafkafi (2014) señala que el Potasio es un macro nutriente esencial requerido en grandes cantidades para el normal crecimiento y desarrollo de los cultivos. Algunas de las principales funciones de las plantas donde el K está comprometido son: la osmoregulación, la síntesis de los almidones, la activación de enzimas, la síntesis de proteínas, el movimiento estomático y el balance de cargas iónicas; Cantidades adecuadas de potasio son importantes contribuyentes en la adaptación de los cultivos al stress causado por factores bióticos y abióticos, tales como sequías, salinidad, heladas, ataques de insectos o enfermedades.

Yost y Attandana (2006) muestran que no ha sido fácil estimar de manera precisa los requerimientos de potasio en los suelos tropicales. Los retos incluyen el manejo de suelo con baja CIC, altas lluvias con las consecuentes pérdidas del nutriente por lixiviación.

El K tiene similitudes a las del N por sus altas demandas por parte de la planta; el K regula las funciones en la planta, concentrándose mayormente en los tejidos jóvenes, mientras que en las hojas viejas poseen menos concentración de éste elemento; el K interviene en la fotosíntesis, favoreciendo la síntesis de glúcidos o carbohidratos (Gross, 1981).

Las Plantas con deficiencia de potasio crecen lentamente y desarrollan un sistema radicular pequeño, los tallos son débiles, la semillas son pequeñas, el cultivo tiende a ser susceptible a patógenos y a stress hídrico (Espinoza, 1998).

Moncayo (2013) realizó una investigación en cinco híbridos de maíz evaluando la producción con fertilizantes completos, los cuales fraccionó en tres aplicaciones; sin embargo el contenido de K fue aplicado en las dos primeras fertilizadas; dando como resultado mayor tolerancia a enfermedades e incremento de rendimiento.

Román Gordón (1992) dice que el Azufre es un nutriente esencial para la formación de: vitaminas, enzimas, proteínas y de ahí surge su importancia para las plantas. Los suelos que se encuentran deficientes de este elemento, tanto los cultivos, rendimiento, y calidad de grano se ven afectados sino es aplicado dicho nutriente.

Las hojas y raíces son capaces de absorber Azufre "S" en diversas formas: SO₂, S-cisteína y S elemental; sin embargo los cultivos absorben el nutriente en forma de sulfatos SO₄, la MO es la principal fuente de S, por ésta razón las deficiencias son comunes en suelos arenosos bajos en materia orgánica, suelos ácidos, y suelos aluviales o exceso riego. Además, la deficiencia de este elemento también es común en suelos donde se usan fertilizantes con las siguientes fórmulas: N, P₂O₅ y K₂O (Prates, Junior y Moraes. 2007).

Luchsinger (1987) señala que las plantas necesitan elementos menores o microelementos en pequeñas cantidades, entre los cuales tenemos: Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Boro (B) y Molibdeno (Mo); las plantas necesitan de una nutrición equilibrada para expresar su máximo potencial de genético. La aplicación de estos elementos ha producido aumentos en los rendimientos de los cultivos, en algunos estudios.

2.3. Productos

Sulfaménos V (Fertiandino, 2017) es una mezcla física de fertilizante granulado para aplicación edáfica, posee un aporte eficiente de micronutrientes favoreciendo su entrada por solubilidad y forma química. Aporta Calcio y

Magnesio regulando la saturación de estos elementos en el suelo, enmienda pH, aporta Zinc y Boro. Posee las siguientes características químicas:

Calcio CaO:	23 %
Magnesio MgO:	18 %
Azufre S:	2 %
Boro B:	0.5 %
Zinc Zn:	2.0 %

Según Cristal Chemical (2017), Micromix II es un fertilizante completo y balanceado. Esta formulación es adecuada para todo tipo de aplicaciones a cultivos. Su naturaleza higroscópica le permite disolverse en contacto con el suelo húmedo. Micromix II, es un fertilizante a base de microelementos más completo del mercado. Se aplica al inicio del ciclo del cultivo, brindando un aporte balanceado de micronutrientes utilizados durante las etapas de crecimiento del cultivo, contiene:

Magnesio Mg:	9.0 %
Calcio Ca:	5.0 %
Zinc Zn:	7.5 %
Manganeso Mn:	1.2 %
Cobre Cu:	0.6 %
Boro B:	0.1 %
Cobalto Co:	0.014 %
Molibdeno:	0.0025 %

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del campo experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en los predios de la finca “Flor María”, propiedad del señor Armando Ayala, ubicada en el Km 8 vía Ricaurte – Ventanas, comunidad “San José de Flor María”.

La zona presenta un clima tropical húmedo; con una altura de 51 m.s.n.m., con coordenadas geográficas 79° 26´ de longitud oeste y 1° 30´ de latitud sur, una precipitación promedio de 2286.4 mm/año, temperatura media anual de 25°C, humedad relativa de 84 % y 894 horas de heliofanía³.

3.2. Métodos

Para el trabajo de campo se utilizó los métodos: deductivo, inductivo y experimental.

3.3. Factores estudiados

Variable dependiente: Comportamiento agronómico del cultivo de maíz en base a dos productos comerciales: Micromix II y Sulfamenores V

Variable independiente: Programas de fertilización con macro y microelementos.

3.4. Material de siembra

Se utilizó como materiales de siembra los híbridos de maíz Insignia y S 505, que presentan las siguientes características:

³ Fuente: Estación Meteorológica Estación Experimental “Pichilingue-INIAP”, INAHMI. 2017.

Cuadro 1. Características agronómicas de los materiales, 2015.

Características	S 505 ⁴	Insignia 105 ⁵
Ciclo vegetativo (días)	140	138
Altura de planta (cm)	220-225	225-235
Días a la floración	55	54
Altura de inserción (cm)	142	140
Color de grano	Amarillo	Amarillo
Potencial de rendimiento kg/ha	7250	7550

3.5. Tratamientos

Los tratamientos estuvieron formados por fuentes de macro y microelementos (Sulfaménos V y Micromix II), en diferentes dosis.

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en híbridos de maíz.

Tratamientos	Híbrido	Microelementos	Dosis (kg/ha)	Época de aplicación (d.d.s)
1	Insignia	Micromix II	100	0-25
2		Micromix II	150	0-25
3		Micromix II	200	0-25
4		Sulfaménos V	100	0-25
5		Sulfaménos V	150	0-25
6		Sulfaménos V	200	0-25
7		Testigo absoluto	S.A.	0-25
8	S-505	Micromix II	100	0-25
9		Micromix II	150	0-25
10		Micromix II	200	0-25
11		Sulfaménos V	100	0-25
12		Sulfaménos V	150	0-25
13		Sulfaménos V	200	0-25
14		Testigo absoluto	S.A.	0-25

D.D.S: Días después de la siembra.

S.A.: Sin aplicaciones

Como parte de la fertilización Edáfica se utilizó para todos los tratamientos la siguiente recomendación 130 kg N; 40 kg P; 80 kg K.

4 Fuente: India-Pronaca. 2017. www.india.com.ec

5 Fuente: Interocsa. 2017. www.interocsa.com.ec

3.6. Diseño Experimental

Se utilizó el diseño de parcelas divididas, con 2 tratamientos y siete subtratamientos, en tres repeticiones. El factor A estuvo determinado por los híbridos de maíz y el factor B por las fuentes de microelementos.

3.7. Análisis de la varianza

Los datos obtenidos se sometieron al análisis de varianza para conocer la significancia estadística en base al siguiente esquema:

3.8. Análisis funcional

Los promedios de los resultados se compararon entre sí con la prueba de Tukey al 5 % de significancia, con la finalidad de identificar diferencias estadísticas entre tratamientos.

Fuente de variación	Grados de libertad
Bloques	2
A (variedades)	1
Error a	2
Sub total	5
Subtratamientos	6
AB	6
Error b	36
Total	41

3.9. Manejo del ensayo

Durante el desarrollo del ensayo se utilizaron las prácticas agrícolas, necesarias para el normal desarrollo del cultivo.

3.9.1 Preparación de terreno

Se hicieron dos pases cruzados de rastra, con el fin de que el suelo quede en óptimas condiciones, para obtener una germinación uniforme de las semillas.

3.9.2 Análisis de suelo

Antes de la preparación del terreno fue tomada una muestra compuesta del suelo del lote experimental, para el análisis químico y físico del mismo.

3.9.3 Siembra

La siembra se hizo manualmente a una distancia de 0,2m entre planta y 0,8 entre hileras; teniendo una densidad poblacional de 62.500 plantas ha⁻¹. Estas fueron tratadas con Thiodicarb en dosis de 3 cc/kg de semilla.

3.9.4 Control de malezas

Al siguiente día de la siembra, se realizó la aplicación de Paraquat (2 L/ha) + Pendimetalin (2 L/ha) en condiciones de humedad de suelo adecuada. En postemergencia a los 25 días de la germinación fue aplicado Nicosulfuron en dosis de 48 g/ha, para el control de malezas emergidas.

Fueron realizadas dos desyerbas manuales a los 60 y 90 días después de la siembra, para mantener libre de malezas el cultivo.

3.9.5 Fertilización

El programa de fertilización de macronutrientes fue igual para todas las unidades experimentales, siendo el mismo: 130kg N, 40kg P, 80kg K, fraccionándola en tres aplicaciones a los 15, 30 y 45 días después de la siembra. La aplicación de Sulfameno y Micromix se realizó a la siembra y a los 25 días después de la misma.

Para la aplicación se usó Muriato de potasio fraccionando a los 15 y 30 días, DAP el cual se colocó en la siembra, Urea fraccionada tres veces. El fertilizante se colocó a 5 cm de la planta en bandas.

3.9.6 Riego

El ensayo se lo realizó en la época lluviosa, por lo que no fue necesaria la aplicación de láminas de riego.

3.9.7 Control de plagas

Se aplicó 200 g/ha de Methomyl para el control de insectos trozadores a los 20 y 40 días después de la siembra. Para controlar el ataque de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se utilizó Permetrina (300 cc/ha). A los 35 días después de la siembra, para el control de *Dalbulus maydis* se utilizó Imidaclorid (300 cc/ha).

3.9.8 Control de enfermedades

Se realizó la aplicación de Sulfato de cobre (500 cc/ha) a los 25 y 60 días de la germinación para el control de bacteriosis.

3.9.7 Cosecha

La cosecha se realizó en cada una de las unidades experimentales en forma manual. Fue realizada cuando los granos lograron madurez adecuada (24 % de humedad), luego se procedió al secado y desgranado.

3.10 Datos Evaluados

3.10.1 Altura de planta

Fue tomada con un flexómetro en la cosecha, utilizando 10 plantas al azar por tratamiento. La altura de la planta se tomó desde el nivel del suelo hasta la inserción de la panícula, expresando el valor en metros.

3.10.2 Días a la floración.

Se evaluó desde el inicio de la siembra hasta la presencia de al menos un 50 % de inflorescencias emergidas en cada tratamiento. Se tomó en 10 plantas al azar por tratamiento.

3.10.3 Días a la Maduración Fisiológica

La evaluación se hizo desde la siembra hasta cuando el cultivo logró el 90 % de secado de grano, tomando 10 plantas al azar por tratamiento.

3.10.4 Altura de inserción de la mazorca

Fue medida en 10 plantas al azar por tratamiento, tomando el registró desde el nivel del suelo hasta la base del pedúnculo de la primera mazorca comercial. Fue expresada en centímetros.

3.10.5 Diámetro de la mazorca

Se midió el ancho de 10 mazorcas al azar por tratamiento en el tercio medio, utilizando un calibrador y expresando en centímetros el registro.

3.10.6 Longitud de la mazorca

La longitud de la mazorca se tomó desde el pedúnculo de inserción a la planta hasta el ápice de la misma, usando una cinta métrica en 10 mazorcas al azar, registrando el dato en centímetros.

3.10.7 Peso de 100 granos

Fueron escogidos 100 granos por cada tratamiento, procediendo a pesar en una balanza de precisión, tomando el registro en gramos.

3.10.8 Rendimiento de grano por hectárea.

Con los valores de cosechados los granos se procedió a realizar un ajuste de humedad al 13 %, expresando en kg/ha los valores. Para el efecto se utilizó la fórmula:

$$Ps = (Pa(100-ha))/((100-hd))$$

Dónde:

Ps = Peso seco

Pa = Peso actual

hd = Humedad deseada

ha = Humedad actual

3.10.9 Análisis Económico.

Con el rendimiento de grano de maíz en kg/ha y los costos de producción, fue realizado el análisis económico, basado en la relación beneficio/costo y utilidad neta.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de planta

La altura de planta se registra en el Cuadro 2. El análisis de varianza no presentó diferencias significativas para híbridos y fertilizantes con microelementos. El coeficiente de variación fue de 1,34 %.

En la utilización de híbridos destacó Insignia con 2,64 m. En cuanto a los fertilizantes con microelementos, la aplicación de Sulfaménos V 150 kg/ha dio mayor valor con 2,64 m. En las interacciones, el mayor valor lo presentó Insignia tratado con Micromix II 200 kg/ha con 2,72 m.

Cuadro 2. Altura de planta con la aplicación de fertilizantes con micronutrientes en maíz. Ricaurte, Los Ríos. 2017.

Tratamientos			
Fertilizantes	Fertilizantes	Dosis (kg/ha)	m
Insignia			2,64 ^{ns}
S-505			2,54
	Micromix II	100	2,56 ^{ns}
	Micromix II	150	2,60
	Micromix II	200	2,63
	Sulfaménos V	100	2,58
	Sulfaménos V	150	2,64
	Sulfaménos V	200	2,59
	Testigo absoluto	0	2,54
Insignia	Micromix II	100	2,55 ^{ns}
Insignia	Micromix II	150	2,69
Insignia	Micromix II	200	2,72
Insignia	Sulfaménos V	100	2,65
Insignia	Sulfaménos V	150	2,70
Insignia	Sulfaménos V	200	2,65
Insignia	Testigo absoluto	0	2,54

S-505	Micromix II	100	2,58
S-505	Micromix II	150	2,51
S-505	Micromix II	200	2,55
S-505	Sulfaménos V	100	2,52
S-505	Sulfaménos V	150	2,57
S-505	Sulfaménos V	200	2,53
S-505	Testigo absoluto	0	2,55
Promedio general			2,59
Significancia estadística	Factor A (Híbridos)		Ns
	Factor B (Micronutrientes)		Ns
	Interacción (A x B)		Ns
Coeficiente de variación (%)			1,34

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $P \leq 0,05$.
ns: no significativo

4.2. Días a floración

No se registró diferencias significativas en fertilizantes aplicados. El coeficiente de variación fue 1,14 % (Cuadro 3).

Insignia numéricamente (42,99 días) demoró más en florecer comparado con S-505. Las plantas no fertilizadas con microelementos (Testigo) tardaron más en florecer (43,83 días), siendo menor en Micromix II 100 kg/ha (41,33 días). Según las interacciones Insignia tratada con 100 kg/ha de Micromix II tuvo menor tiempo a floración (40,33 días), aumentado este tiempo en el mismo híbrido pero en el testigo (45,33 días).

Cuadro 3. Días a floración con la aplicación de fertilizantes con micronutrientes en maíz. Ricaurte, Los Ríos. 2017.

Tratamientos			
Fertilizantes	Fertilizantes	Dosis (kg/ha)	Días
Insignia			42,90 ^{ns}
S-505			42,62
	Micromix II	100	41,33 ^{ns}
	Micromix II	150	43,17
	Micromix II	200	42,67
	Sulfaménos V	100	43,33
	Sulfaménos V	150	42,83
	Sulfaménos V	200	42,17
	Testigo absoluto	0	43,83
Insignia	Micromix II	100	40,33 ^{ns}
Insignia	Micromix II	150	44,67
Insignia	Micromix II	200	42,67
Insignia	Sulfaménos V	100	43,00
Insignia	Sulfaménos V	150	43,00
Insignia	Sulfaménos V	200	41,33
Insignia	Testigo absoluto	0	45,33
S-505	Micromix II	100	42,33
S-505	Micromix II	150	41,67

S-505	Micromix II	200	42,67
S-505	Sulfaménos V	100	43,67
S-505	Sulfaménos V	150	42,67
S-505	Sulfaménos V	200	43,00
S-505	Testigo absoluto	0	42,33
Promedio general			42,76
Significancia estadística	Factor A (Híbridos)		Ns
	Factor B (Micronutrientes)		Ns
	Interacción (A x B)		Ns
Coeficiente de variación (%)			1,14
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $P \leq 0,05$.			
ns: no significativo			

4.3. Días a cosecha

No se tuvo diferencias significativas para híbridos, si para microelementos e interacciones, con coeficiente de variación 3,17 % (Cuadro 4).

La cosecha en el híbrido Insignia fue más tardía (119,24 días), con relación al S-505. Las mazorcas de las plantas tratadas con Sulfaménos V 150 kg/ha tardaron en madurar (123,0 días) siendo estadísticamente iguales al testigo y superiores a los demás tratamientos. Las interacciones dieron mayor tiempo en S-505 tratado con Sulfaménos V 150 kg/ha (126,83 días), siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos. Menor registro fue encontrado en Sulfaménos V 100 kg/ha en S-505 (111,0 días).

Cuadro 4. Días a cosecha con la aplicación de fertilizantes con micronutrientes en maíz. Ricaurte, Los Ríos. 2017.

Tratamientos			
Fertilizantes	Fertilizantes	Dosis (kg/ha)	Días
Insignia			119,24 ^{ns}
S-505			118,64
	Micromix II	100	120,58 ab
	Micromix II	150	116,75 b
	Micromix II	200	117,75 b
	Sulfaménos V	100	112,83 c
	Sulfaménos V	150	123,00 a
	Sulfaménos V	200	118,75 b
	Testigo absoluto	0	122,92 b
Insignia	Micromix II	100	120,83 b
Insignia	Micromix II	150	119,17 c
Insignia	Micromix II	200	120,33 b
Insignia	Sulfaménos V	100	114,67 c
Insignia	Sulfaménos V	150	119,17 c
Insignia	Sulfaménos V	200	117,83 c
Insignia	Testigo absoluto	0	122,67 b
S-505	Micromix II	100	120,33 b

S-505	Micromix II	150	114,33 c
S-505	Micromix II	200	115,17 c
S-505	Sulfaménos V	100	111,00 d
S-505	Sulfaménos V	150	126,83 a
S-505	Sulfaménos V	200	119,67 b
S-505	Testigo absoluto	0	123,17 b
Promedio general			118,94
Significancia estadística	Factor A (Híbridos)		Ns
	Factor B (Micronutrientes)		**
	Interacción (A x B)		**
Coeficiente de variación (%)			3,17
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $P \leq 0,05$.			
ns: no significativo			

4.4. Altura de inserción de la mazorca

Los datos presentados en esta variable alcanzaron diferencias significativas para híbridos, microelementos e interacciones; con coeficiente de variación 2,18 % (Cuadro 5).

Insignia tuvo mayor altura estáticamente con 1,35 cm, comparado con S-505. La mayor altura de inserción fue dada en el tratamiento Sulfaménos V 100 kg/ha con 1,30 m estadísticamente superior al resto. En la interacción Insignia con Sulfaménos 200 kg/ha (1,38 m), se tuvo mayor significancia, superior a los otros tratamientos.

Cuadro 5. Altura de inserción de mazorca con la aplicación de fertilizantes con micronutrientes en maíz. Ricaurte, Los Ríos. 2017.

Tratamientos			
Fertilizantes	Fertilizantes	Dosis (kg/ha)	M
Insignia			1,35 a
S-505			1,11 b
	Micromix II	100	1,24 b
	Micromix II	150	1,17d
	Micromix II	200	1,25 b
	Sulfaménos V	100	1,30 a
	Sulfaménos V	150	1,22 b
	Sulfaménos V	200	1,25 b
	Testigo absoluto	0	1,19 c
Insignia	Micromix II	100	1,37 b
Insignia	Micromix II	150	1,30 c
Insignia	Micromix II	200	1,36 b
Insignia	Sulfaménos V	100	1,37 b
Insignia	Sulfaménos V	150	1,33 c
Insignia	Sulfaménos V	200	1,38 a
Insignia	Testigo absoluto	0	1,33 c
S-505	Micromix II	100	1,11 d
S-505	Micromix II	150	1,04 e

S-505	Micromix II	200	1,14 d
S-505	Sulfaménos V	100	1,22 d
S-505	Sulfaménos V	150	1,12 d
S-505	Sulfaménos V	200	1,11 d
S-505	Testigo absoluto	0	1,05 e
Promedio general			1,23
Significancia estadística	Factor A (Híbridos)		**
	Factor B (Micronutrientes)		**
	Interacción (A x B)		**
Coeficiente de variación (%)			2,18
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $P \leq 0,05$.			
**: Altamente significativo			

4.5. Diámetro de mazorca

En diámetro de mazorca, la ANDEVA no detectó diferencias significativas para híbridos, si para microelementos e interacción, siendo el coeficiente de variación 3,33 %, registrado en el Cuadro 6.

El híbrido S-5050 tuvo mayor diámetro (4,48 cm). En microelementos usar Micromix II 100 kg/ha y Sulfaménos V 150 kg/ha (4,52 y 4,51 cm), dan mayor diámetro, estadísticamente superior a los otros tratamientos. En las interacciones el híbrido S-5050 trato con Micromix II 100 kg/ha (4,52 cm), Sulfaménos V 150 kg/ha (4,53 cm) tuvieron el mayor diámetro, siendo estadísticamente superiores al resto.

Cuadro 6. Diámetro de mazorcas inserción con la aplicación de fertilizantes con micronutrientes en maíz. Ricaurte, Los Ríos. 2017.

Tratamientos			
Fertilizantes	Fertilizantes	Dosis (kg/ha)	Cm
Insignia			4,47 ^{ns}
S-505			4,48
	Micromix II	100	4,51 a
	Micromix II	150	4,47 b
	Micromix II	200	4,42 c
	Sulfaménos V	100	4,46 b
	Sulfaménos V	150	4,52 a
	Sulfaménos V	200	4,49 b
	Testigo absoluto	0	4,47 b
Insignia	Micromix II	100	4,50 b
Insignia	Micromix II	150	4,46 bc
Insignia	Micromix II	200	4,41c
Insignia	Sulfaménos V	100	4,46 bc
Insignia	Sulfaménos V	150	4,49 a
Insignia	Sulfaménos V	200	4,48 bc
Insignia	Testigo absoluto	0	4,47 bc

S-505	Micromix II	100	4,52 a
S-505	Micromix II	150	4,48 bc
S-505	Micromix II	200	4,42 c
S-505	Sulfameno V	100	4,47 bc
S-505	Sulfameno V	150	4,53 a
S-505	Sulfameno V	200	4,49 b
S-505	Testigo absoluto	0	4,48 bc
Promedio general			4,48
Significancia estadística	Factor A (Híbridos)		Ns
	Factor B (Micronutrientes)		**
	Interacción (A x B)		**
Coeficiente de variación (%)			3,33

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $P \leq 0,05$.

ns: no significativo

** : Altamente significativo

4.6. Longitud de mazorca

En el Cuadro 7, se observa la variable longitud de mazorca, donde el análisis de varianza no mostró diferencias significativas en las evaluaciones. El coeficiente de variación fue 1,64 %. En híbrido Insignia dio mazorcas más largas (19,54 cm). El uso de Sulfameno V 150 kg/h presentó mayor longitud (19,42 cm). En las interacciones sobresalió Insignia tratado con Sulfameno V 150 kg/ha (19,76 cm).

Cuadro 7. Longitud de mazorcas con la aplicación de fertilizantes con micronutrientes en maíz. Ricaurte, Los Ríos. 2017.

Tratamientos			
Fertilizantes	Fertilizantes	Dosis (kg/ha)	Cm
Insignia			19,54 ^{ns}
S-505			19,03
	Micromix II	100	19,28 ^{ns}
	Micromix II	150	19,16
	Micromix II	200	19,12
	Sulfameno V	100	19,27
	Sulfameno V	150	19,42
	Sulfameno V	200	19,32
	Testigo absoluto	0	19,41
Insignia	Micromix II	100	19,55 ^{ns}
Insignia	Micromix II	150	19,56
Insignia	Micromix II	200	19,28
Insignia	Sulfameno V	100	19,67
Insignia	Sulfameno V	150	19,76
Insignia	Sulfameno V	200	19,61
Insignia	Testigo absoluto	0	19,33
S-505	Micromix II	100	19,01
S-505	Micromix II	150	18,75
S-505	Micromix II	200	18,95
S-505	Sulfameno V	100	18,87
S-505	Sulfameno V	150	19,08
S-505	Sulfameno V	200	19,04
S-505	Testigo absoluto	0	19,48

Promedio general		19,28
Significancia estadística	Factor A (Híbridos)	Ns
	Factor B (Micronutrientes)	Ns
	Interacción (A x B)	Ns
Coeficiente de variación (%)		1,64
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey P≤0,05.		
ns: no significativo		

4.7. Peso de 100 granos

El análisis de varianza obtuvo diferencias significativas para híbridos e interacción, no para microelementos; con un coeficiente de variación 7,16 %.

Insignia tuvo mayor valor estadísticamente con 35,96 g. Micromix II 200 kg/ha alcanzó 33,84 g obteniendo mayor promedio. En las interacciones, las mazorcas de Insignias tratadas con Micromix II en dosis de 150 y 200 kg/ha tuvieron mayor peso con 39,60 g, estadísticamente superior a las demás interacciones, registrando el testigo el menor peso con 27,18 g (Cuadro 8).

Cuadro 8. Peso de 100 granos con la aplicación de fertilizantes con micronutrientes en maíz. Ricaurte, Los Ríos. 2017.

Tratamientos			
Fertilizantes	Fertilizantes	Dosis (kg/ha)	G
Insignia			35,96 a
S-505			30,23 b
	Micromix II	100	31,59 ^{ns}
	Micromix II	150	33,84
	Micromix II	200	34,35
	Sulfaménos V	100	31,40
	Sulfaménos V	150	33,63
	Sulfaménos V	200	33,79
	Testigo absoluto	0	33,05
Insignia	Micromix II	100	36,00 b
Insignia	Micromix II	150	36,90 a
Insignia	Micromix II	200	36,90 a
Insignia	Sulfaménos V	100	33,60 b
Insignia	Sulfaménos V	150	36,60 b
Insignia	Sulfaménos V	200	35,70 b
Insignia	Testigo absoluto	0	36,00 b
S-505	Micromix II	100	27,18 c
S-505	Micromix II	150	30,77 b
S-505	Micromix II	200	31,80 b

S-505	Sulfamenores V	100	29,19 c
S-505	Sulfamenores V	150	30,66 b
S-505	Sulfamenores V	200	31,87 b
S-505	Testigo absoluto	0	30,10 b
Promedio general			33,09
Significancia estadística			**
Factor A (Híbridos)			Ns
Factor B (Micronutrientes)			**
Interacción (A x B)			
Coeficiente de variación (%)			7,16
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $P \leq 0,05$.			
ns: no significativo			

4.8. Rendimiento por hectárea

Los valores promedios de rendimiento se registran en el Cuadro 9. Se determinó altas diferencias significativas para todas las variables, con un coeficiente de variación 2,31 %.

Insignia fue estadísticamente superior al híbrido S-505. En microelementos Micromix II 100 kg/ha alcanzó el mayor rendimiento (8907,61 kg/ha, respectivamente), superior estadísticamente a las demás tratamientos; siendo el testigo sin aplicación el de menor valor (7819,77 kg/ha). En las interacciones, Insignia tratado con Micromix II 100 kg/ha y 200 kg/ha, alcanzaron el mayor rendimiento, superior estadísticamente al resto de interacciones.

Cuadro 8. Rendimiento por hectárea con la aplicación de fertilizantes con micronutrientes en maíz. Ricaurte, Los Ríos. 2017.

Tratamientos			
Fertilizantes	Fertilizantes	Dosis (kg/ha)	kg/ha
Insignia			8744,37 a
S-505			7869,93 b
	Micromix II	100	8907,61 a
	Micromix II	150	8051,16 b
	Micromix II	200	8552,97 b
	Sulfamenores V	100	8169,45 b
	Sulfamenores V	150	8437,04 b
	Sulfamenores V	200	8212,04 b
	Testigo absoluto	0	7819,77 c
Insignia	Micromix II	100	9376,44 a
Insignia	Micromix II	150	8474,90 b
Insignia	Micromix II	200	9003,12 a
Insignia	Sulfamenores V	100	8599,43 b
Insignia	Sulfamenores V	150	8881,09 b
Insignia	Sulfamenores V	200	8644,25 b
Insignia	Testigo absoluto	0	8231,34 b
S-505	Micromix II	100	8438,79 b
S-505	Micromix II	150	7627,41 c

S-505	Micromix II	200	8102,81 b
S-505	Sulfaménos V	100	7739,48 c
S-505	Sulfaménos V	150	7992,98 c
S-505	Sulfaménos V	200	7779,83 c
S-505	Testigo absoluto	0	7408,21 c
Promedio general			8307,15
Significancia estadística	Factor A (Híbridos)		**
	Factor B (Micronutrientes)		**
	Interacción (A x B)		**
Coeficiente de variación (%)			11,01
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey $P \leq 0,05$.			
**: Altamente significativa			

4.9. Evaluación económica.

En el Cuadro 10, se observan los promedios de los resultados de la evaluación económica, realizada a los tratamientos, analizando ingresos y egresos

Con la aplicación Micromix II 100 kg/ha en el híbrido Insignia, se encontró la mayor utilidad con \$ 1569,51; teniendo menor ingreso el híbrido S-505 tratado con Micromix II 150 kg/ha con \$ 1044,61.

Cuadro 10. Análisis económico de los tratamientos, con microelementos. Babahoyo, 2017.

Tratamiento	Subtratamientos	Dosis Kg/ha	Rendimiento o Kg/ha	Ingresos	Costo Fijos agroquímicos	Costo Fertilización/ Tratamiento	Costo de cosecha	Costo Total	Utilidad Neta
Insignia	Micromix II	100	9376,44	2939,81	919,00	245,00	206,30	1370,30	1569,51
Insignia	Micromix II	150	8474,90	2657,15	919,00	335,00	186,47	1440,47	1216,68
Insignia	Micromix II	200	9003,12	2822,76	919,00	425,00	198,09	1542,09	1280,67
Insignia	Sulfamenores V	100	8599,43	2696,19	919,00	135,00	189,21	1243,21	1452,98
Insignia	Sulfamenores V	150	8881,09	2784,50	919,00	181,00	195,40	1295,40	1489,10
Insignia	Sulfamenores V	200	8644,25	2710,24	919,00	227,00	190,19	1336,19	1374,05
Insignia	Testigo absoluto	0	8231,34	2580,78	919,00	0,00	181,11	1100,11	1480,68
S-505	Micromix II	100	8438,79	2645,83	844,00	245,00	185,67	1274,67	1371,16
S-505	Micromix II	150	7627,41	2391,43	844,00	335,00	167,82	1346,82	1044,61
S-505	Micromix II	200	8102,81	2540,48	844,00	425,00	178,28	1242,28	1298,20
S-505	Sulfamenores V	100	7739,48	2426,57	844,00	135,00	170,29	1149,29	1277,28
S-505	Sulfamenores V	150	7992,98	2506,05	844,00	181,00	175,86	1200,86	1305,19
S-505	Sulfamenores V	200	7779,83	2439,22	844,00	227,00	171,17	1242,17	1197,05
S-505	Testigo absoluto	0	7408,21	2322,71	844,00	0,00	163,00	1007,00	1315,71

V. DISCUSIÓN

Los resultados alcanzados en la investigación determinaron que la aplicación de fertilizantes con microelementos, elevan el rendimiento de grano en el cultivo de maíz.

Debido a las aplicaciones complementarias de microelementos a un programa base de macronutrientes, se produjo aumento en la producción de maíz en todos los tratamientos fertilizados con Micromix II y Sulfaménos V en las dosis planteadas por encima del testigo no tratado. Esto concuerda con lo manifestado por García (2014) quien sostiene que para obtener una tonelada de grano de maíz, el cultivo extrae: 3 kg de Calcio, 3 kg de Magnesio y 4 kg de Azufre. De la misma manera Yamada (2003) manifiesta que es necesario que exista un óptimo balance entre los macro y microelementos para el buen crecimiento de las plantas y microorganismos benéficos del suelo. Además, estos nutrientes deben estar en el suelo desde el inicio del crecimiento, cuando es mayor la tasa de absorción de estos elementos.

Realizados los análisis estadísticos se puede mencionar que los materiales vegetales (Insignia y S-505), utilizados para el ensayo, presentan un buen comportamiento agronómico a la aplicación de los fertilizantes en mezclas, sobre todo en la que el uso de microelementos es notorio. Esto corrobora lo manifestado por Moncayo (2013), quien en una investigación en cinco híbridos de maíz evaluando la producción con fertilizantes completos, los cuales fraccionó en tres aplicaciones, encontró como resultado mayor tolerancia a enfermedades e incremento de rendimiento. Relacionado a Luchsinger (1987) comenta que las plantas necesitan elementos menores o microelementos en pequeñas cantidades, entre los cuales tenemos: Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Boro (B) y Molibdeno (Mo); las plantas necesitan de una nutrición equilibrada para expresar su máximo potencial de genético. La aplicación de estos elementos ha producido aumentos en los rendimientos de los cultivos, en algunos estudios.

Es importante recalcar que Micromix II presenta una mejor complementación con fertilizantes químicos con realización a Sulfaménos V, pero una de las desventajas es el uso de dosis a emplearse, la cual debe calibrarse según un análisis de suelo y el costo de cada unidad fertilizante, aunque su granulometría hace más fácil su aplicación en el suelo. Esto concuerda con Torres (2012), el cual manifiesta que el manejo nutricional en el cultivo de maíz es una de las bases fundamentales para maximizar los rendimientos; la fertilización en la actualidad representa una tecnología más que debe ser añadida al proceso de producción. Por ello, para que la utilización de ésta herramienta impacte, se debe crear un programa de planificación dentro de los procesos de producción donde se debe incluir el plan de fertilización.

El comportamiento agronómico menos estable se encontró en el Testigo, esto debido al no colocarse el programa de fertilización completo. Lo que coincide con Barriga (2010), al sostener que con la aplicación de programas fertilizantes minerales en el cultivo de maíz se mejoran las características fenotípicas tales como: altura de planta, grosor de tallo, área foliar, entre otras. El objetivo del suministro de fertilizantes es, abastecer una cantidad razonable de nutrientes cuando la planta lo requiere, dependiendo de sus diferentes etapas de desarrollo y que la mayor o menor cantidad de granos, peso, es el resultado de la fotosíntesis y respiración; actividades influenciadas directa o indirectamente por el contenido de nutrientes.

Las variables evaluadas en el presente ensayo (con excepción de altura de planta, días a floración y longitud de mazorca) presentaron alta significancia durante el desarrollo del mismo, debido a las condiciones ambientales, manejo de cultivo y aplicación de los tratamientos. Con esto se logra mayor rendimiento en Insignia tratado con Micromix II 100 kg/ha (9376,44 kg/ha), lo cual es corroborado por Cristal Chemical (2017), al mencionar que Micromix II es un fertilizante completo y balanceado, adecuado para todo tipo de aplicaciones a cultivos; siendo un fertilizante a base de microelementos más completo del mercado. Se aplica al inicio del ciclo del cultivo, brindando un

aporte balanceado de micronutrientes utilizados durante las etapas de crecimiento del cultivo.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

1. Las fuentes de microelementos Micromix II y Sulfamenores V, influyeron significativamente en las variables evaluadas, con excepción de altura de planta, días a floración y longitud de mazorca. Además estos tratamientos fueron superiores al testigo no tratado.
2. La altura de planta no presentó diferencias significativas para híbridos y fertilizantes con microelementos.
3. No se registró diferencias significativas en los fertilizantes aplicados en la floración. Numéricamente Insignia tratada con 100 kg/ha de Micromix II tuvo menor tiempo a floración.
4. Los días a cosecha presentaron diferencias significativas parciales, no teniendo los híbridos relación pero si los fertilizantes con microelementos e interacciones, siendo el mejor S-505 tratado con Sulfamenores V 150 kg/ha.
5. Los datos presentados en altura de inserción alcanzaron diferencias significativas para híbridos, microelementos e interacciones. Insignia con Sulfamenores V 200 kg/ha tuvo mayor significancia.
6. En diámetro de mazorca, no detectó diferencias significativas a los factores evaluados el híbrido S-5050 trato con Micromix II 100 kg/ha y Sulfamenores V 150 kg/ha tuvieron el mayor diámetro.
7. La longitud de mazorca no mostró diferencias significativas en las evaluaciones. Insignia tratado con Sulfamenores 150 kg/ha sobresalió.

8. En peso de granos se tuvo influencia parcial, las mazorcas de Insignias tratadas con Micromix II en dosis de 150 y 200 kg/ha tuvieron mayor peso.
9. El rendimiento tuvo diferencias significativas para todos los factores evaluados Micromix II 100 kg/ha alcanzó el mayor rendimiento (8907, 61 kg/ha), respectivamente) y en las interacciones Insignia tratado con Micromix II 100 kg/ha (9376,44 kg/ha).
10. Con la aplicación Micromix 100 kg/ha en el híbrido Insignia, se encontró la mayor utilidad con \$ 1569,51.

Analizadas las conclusiones, se recomienda:

1. Emplear en un programa de fertilización en maíz más Micromix II en dosis de 100 kg/ha, para elevar la producción de grano y mejorar la fertilidad del suelo.
2. Utilizar el híbrido de maíz Insignia por su adecuado comportamiento en la zona de estudio y con el programa nutricional propuesto.
3. Realizar investigaciones con otros productos y dosis, en diferentes condiciones de manejo agronómico y cultivos.

VII. RESUMEN

La producción de maíz duro está destinada en su mayoría (70 %) a la industria de alimentos de uso animal; el segundo destino lo representan las exportaciones (22 %) y la diferencia la comparten el consumo humano y la producción de semillas; históricamente en el Ecuador se ha manejado la cifra de 250.000 hectáreas, aproximadamente.

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de programas de fertilización con microelementos sobre el comportamiento agronómico de dos híbridos de maíz, para evaluar su efecto sobre el rendimiento. El trabajo se realizó en la finca “Flor María”, propiedad del señor Armando Ayala, ubicada en el Km 8 vía Ricaurte-Ventanas, comunidad “San José de Flor María”. Se investigaron los híbridos de maíz Insignia y S-505, con dos parcelas grandes y siete subtratamientos (fertilizantes con micronutrientes) en parcelas de 20 m², que se distribuyeron en un diseño de parcelas divididas. Para la evaluación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad. Durante el ciclo del cultivo se evaluaron: altura de plantas, diámetro de mazorca, número de mazorcas por planta, longitud de mazorca, días a cosecha, días a floración, peso semilla, rendimiento por hectárea y un análisis económico.

Los resultados establecieron que la aplicación de fertilizantes con micronutrientes Micromix II y Sulfaménos V, en combinación con macronutrientes, se inciden sustancialmente sobre el desarrollo y producción de los cultivares evaluados. El mayor rendimiento se presentó en el híbrido Insignia en combinación con NPK + Micromix II 100 kg/ha. El menor rendimiento se produjo en ambos híbridos en el testigo tratado solo con NPK (7819,77 kg/ha).

VIII. SUMMARY

The production of hard corn is dedicated in its majority (70 %) to the industry of foods of use animal; the second destination represents it the exports (22 %) and the difference shares it the human consumption and the production of seeds; historically in the Ecuador the figure of 250.000 hectares has been managed, approximately.

The objective of this investigation was to determine the effect of fertilization programs with microelements on the hybrid agronomic behavior of two of corn, to evaluate its effect on the yield. The work was carried out in the property "Flor María", property of Mr. Armando Ayala, located in the Km 8 road Ricaurte-Ventanas, community "San José of Flor María". the hybrid of corn Insignia and S-505 were investigated, with two big parcels and seven subtratamientos (fertilizers with micronutrients) in parcels of 20 m² that were distributed in a design of divided parcels. For the evaluation of stockings the test was used from Tukey to 5% of probability. During the cycle of the cultivation they were evaluated: height of plants, ear diameter, number of ears for plant, ear longitude, days to crop, days to flowering, weight seed, yield for hectare and an economic analysis.

The results settled down that the application of fertilizers with micronutrients Micromix and Sulfamenores, in combination with macronutrients, are impacted substantially on the development and production of the evaluated crops. The biggest yield was presented in the hybrid Insignia in combination with NPK + Micromix 100 kg/ha. The smallest yield took place in both hybrid ones in the alone treated witness with NPK (7819,77 kg/ha).

IX. LITERATURA CITADA

1. AGRIPAC S.A. Mixpac, nueva solución para el agro. Revista AGRIPAC DIRECTO, Disponible en www.agripac.com. 2010.
2. Arroyave, J. (1986). Suelos y Fertilizantes. Boletín divulgado, 4.
3. Barriga, F. (2010). Mejoramiento de idiotipo de maíz. En F. Barriga, Mejoramiento de idiotipo de maíz (pág. 454). Turrialba, CR.
4. Bertorelli, B. Instituto de Química y Tecnología. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Manual de clase. P 34. 2007.
5. Domínguez. (1984). Cultivo de huerta, bulbos, tubérculos, y leguminosas. En Domínguez. Serrahima y URPI.
6. Espinoza, J. (1998). Memorias del Primer seminario de fertirrigación en Ecuador.
7. FAO, 2011. Core collections of plant genetic resources. Roma, IT, International Plant Genetic Resources Institute. 48 p. (Technical Bulletin no.8).
8. García, E. y. (2008). High fertilizer prices: What can be done. Better Crops, 8-10.
9. García, F. (2014). Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz. INPOFOS/PPI/PPIC.
10. Grant, C., Flaten, D., Tomasiewiez, D., & S.C. Sheppard. (2001). Importancia de la nutrición temprana con fósforo. Instituto de la Potasa y el Fósforo., 1-5.
11. Gross, A. (1981). Abonos; guía práctica para la fertilización. En A. Rodríguez. Mundiprensa.
12. Ignacio A. Ciampitti, M. B. (2015). Requerimientos y absorción de nutrientes. IPNI.

13. INTA. (s.f.). www.inta.gov.ar. Recuperado el 14 de Mayo de 2017, de INTA: <http://inta.gov.ar/documentos/informacion-tecnica-de-manejo-de-cultivos-de-verano-2015>
14. IPNI. (2008). Potasa, Su necesidad y uso en la agricultura moderna. Instituto de la Potasa y el Fósforo., 1-2.
15. IPNI. (2012). Funciones del Fósforo en las plantas. IPNI, 1,2.
16. Kafafi, S. K. (2014). Absorción de potasio por los cultivos en distintos estados fisiológicos. 1-2.
17. Luchsinger, A. (1987). Efecto de aplicación de microelementos y azufre en el rendimiento y sus componentes, en maíz. Agricultura Técnica-Chile.
18. McRobert, J. F. (2015). Manual de producción de semilla de maíz híbrido. CIMMYT, 8.
19. Mendoza, C. C. (2010). Efecto del fraccionamiento del nitrógeno en la productividad del maíz híbrido "Dekalb DK-1040" sembrado con densidades poblacionales. Tesis de grado, Babahoyo.
20. Moncayo. (2013). Estudio del comportamiento agronómico de cinco híbridos de maíz (*Zea mays* L.) con cuatro densidades poblacionales. Tesis, Quevedo.
21. Paterson. (1966). Las semillas agrícolas y hortícolas. En FAO, Producción de semillas (pág. 210). Ginebra.
22. Prates, H. S., Junior, J. L., & Moraes., M. F. (2007). Azufre como nutriente y agente de defensa contra plagas y enfermedades. Informaciones Agronómicas-IPNI, 1-4.
23. Rengel, M. L. (2004). Crecimiento y dinámica de acumulación de nutrientes en maíz (*Zea mays* L.) en Venezuela. Instituto de la Potasa y Fósforo, 9-10.
24. Román Gordón, A. G. (1992). Evaluación de dosis y métodos de aplicación de azufre y su efecto residual en el cultivo de maíz en dos localidades de azuero, PANAMÁ. Agronomía Mesoamericana, 1-2.
25. Sánchez, D. F. (2010). Maíces Nativos, Híbridos y transgénicos. 3.
26. Satorre, E. 2012. Introducción: Los sistemas de producción en posibles escenarios de cambio climático. Módulo 1: Ecofisiología y Genética de

- Maíz y Soja: Stress de los cultivos y el clima. Nuevos caminos para su manejo. Cátedra de Cereales, Facultad de Agronomía, UBA. 15p.
27. Sierra, L.; Simonne, P.; Treadwell, B. 2007. Manejo y rotación de cultivos de cereales, fertilización de los cultivos, Edit MacGraw -Hill, Madrid. pp 32-39.
 28. Torres, R. M. (2012). Manejo de la fertilización en maíz. INTA.
 29. Torres, R. M. (2011). Manejo de la fertilización en maíz. INTA.
 30. Yamada, T. (2003). Como manejar la eficiencia de la fertilización aprovechando las interacciones entre nutrientes. Instituto de la Potasa y Fósforo, 1-5.
 31. Yost, R., & Attandana, T. (2006). Predicción y análisis de la fertilización con potasio por sitio específico para maíz en suelos tropicales. IPNI, 6.

ANEXO



Figura 1. Aplicación de los tratamientos.



Figura 2. Siembra del cultivo.



Figura 3. Ubicación y germinación de tratamientos.



Figura 4. Efectos de los tratamientos.



Figuras 5. Aplicación de insecticidas.



Figuras 6. Peso de granos.



Figuras 7. Visita de Director de Trabajo Experimental.



Ficha Técnica

Generalidades

Figura 8. Medición de longitud de mazorca.

Fertiandino Sulfaménore 5 es una mezcla física de fertilizante granulado para aplicación edáfica, posee un aporte eficiente de micronutrientes favoreciendo su entrada por solubilidad y forma química.

Características Físicas y Químicas

Nombre Químico:	n/a
Calcio CaO:	23 % (w/w)
Magnesio MgO:	18 % (w/w)
Azufre S:	2 % (w/w)
Boro B:	0.5% (w/w)
Zinc Zn:	2.0% (w/w)
Humedad:	máximo 1%
Formula Química:	n/a
Estado físico:	granulado
Color:	Bianco
Olor:	Inoloro
Densidad (lb/cft):	98,5
Resistencia:	>2kg/gránulo
Granulometría:	95% entre 2 - 4 mm.
Presentación:	50 kg.

Recomendaciones y/o Aplicaciones

- ✓ Aporte de Calcio y Magnesio regulando la saturación de estos elementos en el suelo.
- ✓ Ayuda a enmendar pH, lo que se traduce en una mejor la disponibilidad de fósforo al arranque y un mejor enraizamiento.
- ✓ Aporte de Zinc en forma de Sulfato Monohidratado con alta solubilidad.
- ✓ Aporte de Boro en forma de Bórax Granulado.
- ✓ Granulometría Uniforme: El tamaño de las partículas en un 95 % comprendido entre 4 y 2 mm.

MICRO MIX II® Calcio - Magnesio



CRYSTAL CHEMICAL®

COMPOSICIÓN QUÍMICA:

Magnesio (Mg).....	9.0 %
Calcio (Ca).....	5.0 %
Zinc (Zn)	7.5 %
Manganeso (Mn)	1.2 %
Cobre (Cu).....	0.6 %
Boro (Bo)	0.10 %
Cobalto (Co)	0.014 %
Molibdeno (Mo).....	0.0025 %

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO: MICRO MIX II® Ca - Mg es un fertilizante granulado que contiene una fórmula balanceada de tres de los nutrientes secundarios de mayor demanda en suelos ácidos. Además contiene otros elementos traza, todos retenidos en una arcilla montmorillonita de alta capacidad de intercambiar nutrientes de carga positiva, es decir de intercambio catiónico. Es una fórmula que complementa la fertilización con resultados no sólo en cantidad, sino en calidad.

MECANISMO DE ACCIÓN: El mecanismo de acción del MICRO MIX II® Ca - Mg está determinado por la arcilla que contiene. La arcilla no es solo el vehículo de los nutrientes sino también es medio que permite el intercambio de los nutrientes retenidos en ella y las raíces de las plantas.

La arcilla es un coloide, partícula mineral extremadamente pequeña responsable de la reactividad química de los suelos. Además según su origen tendrán una capacidad electroquímica

INSTRUCCIONES DE USO: Aplicar en los cultivos especialmente sensibles a las deficiencias de Calcio, Zinc y Magnesio, tales como: Frutales, gramíneas, leguminosas y hortalizas. En general cultivos establecidos en suelos ácidos, tales como: Piñas, cocoteros, maíces, etc.

Debe aplicarse en suelos donde los cultivos establecidos tengan bajos niveles de fertilidad.



ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 26 Vía Duran - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador
 Teléfono: 2717161 Fax: 2717119 Celular: 094535163 - 084535163 - 099351760 e-mail: iniap_ls_lab@yahoo.es



INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA	
Nombre :	LUIS CARPIO VALENCIA	Nombre :	FLOR MARIA	Informe No. :	0017525
Dirección :	RICAURTE	Provincia :	LOS RIOS	Responsable Muestreo :	Cliente
Ciudad :	RICAURTE	Cantón :	CATARAMA	Fecha Muestreo :	20/01/2017
Teléfono :	N/E	Parroquia :	RICAURTE	Fecha Ingreso :	21/01/2017
Fax :	N/E	Ubicación :	VIA ECHEANDIA	Condiciones Ambientales :	T°C: 25.9 %H: 61.0
				Factura No. :	00613
				Fecha Análisis :	04/02/2017
				Fecha Emisión :	07/02/2017
				Fecha impresión :	07/02/2017
				Cultivo Actual :	MAIZ

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ug/ml											
			NH 4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Cl
57851	MUESTRA # 1	5.2 Ac RC	28 M	31 A	95 M	2470 A	665 A	47 A	2.1 M	25.9 A	662 A	107.0 A	0.10 B	

Interpretación	pH	
NH ₄ , P, K, Ca, Mg, S	MAc = Muy Acido	N = Neutro
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	Ac = Acido	LAI = Liq. Alcalino
B = Bajo	MeAc = Med. Acido	MeAl = Med. Alcalino
M = Medio	ILAc = Lig. Acido	Al = Alcalino
A = Alto	PN = Prac. Neutro	RC = Requiere Cal

Determinación	Metodología	Extractante
NH ₄ , P	Colorimetría	Clsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
pH	Potenciometría	Suelo: agua (1:2.5)

Niveles de Referencia Optimos			
Medio (ug/ml)			
NH ₄	20 - 40	Mg	121.5 - 243
P	10 - 20	S	10 - 20
K	78 - 156	Zn	2.0 - 7.0
Ca	800 - 1600	Cu	1.0 - 4.0
		Cl	17 - 34
		Fe	20 - 40
		Mn	5 - 15
		B	0.5 - 1.0

NE = No entregado

<LC = Menor al Límite de Cuantificación

Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

Responsable Laboratorio