



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



## TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo experimental, presentado a la Unidad de Titulación,  
como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Efectos de la fertilización orgánica edáfica y foliar, en el cultivo de maíz (*Zea mays*)” en la zona de Babahoyo”

AUTOR:

Segundo Ismael Murillo Zúñiga

DIRECTORA:

Ing. Agr. MSc. Victoria Rendón Ledesma

Babahoyo – Los Ríos - Ecuador

2017

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

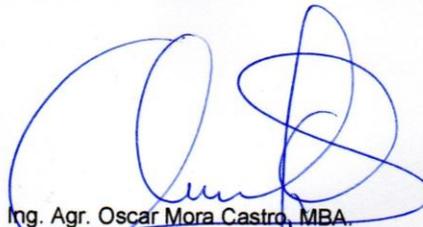
TRABAJO EXPERIMENTAL, PRESENTADO AL H. CONSEJO  
DIRECTIVO, COMO REQUISITO PREVIO PARA LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

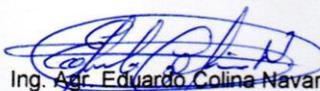
**TEMA:**

“Efectos de la fertilización orgánica edáfica y foliar, en el cultivo de  
maíz (*Zea mays L.*) en la zona de Babahoyo”.

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**



Ing. Agr. Oscar Mora Castro, MBA.  
**PRESIDENTE**



Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, MSc.  
**VOCAL PRINCIPAL**



Ing. Agr. Marlon López Izurieta, MSc.  
**VOCAL PRINCIPAL**

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

SEGUNDO ISMAEL MURILLO ZUÑIGA

## DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado principalmente a Dios por darme salud y fuerzas, por haberme iluminado con su infinita bondad y amor para lograr mis objetivos y haber llegado a este punto.

A mis Padres Segundo Murillo y Karina Zúñiga que siempre han querido lo mejor para mí y por ser parte fundamental en todo lo que he logrado, por sus consejos, por sus ejemplos de perseverancia y constancia que los caracteriza y que me han inculcado siempre.

A mi Abuela María Elena Suárez por su cariño y motivación para seguir adelante.

A mis Hermanos Shirley, Josué e Isaac por alentarme en momentos difíciles.

A mi novia Mariasol Vinueza por su comprensión y apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

A mis demás familiares, amigos y a todas esas personas que Dios ha puesto en mi camino para culminar con éxito mi carrera.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haberme dado la fuerza para lograr la meta que me propuse, a mis queridos padres Segundo Murillo y Karina Zúñiga, a mis hermanos Shirley, Josué e Isaac por su apoyo incondicional durante todos estos años de estudios.

A las autoridades y profesores de esta prestigiosa Universidad por contribuir con el inicio, ejecución, desarrollo y culminación de este trabajo de investigación.

A la Sra. Ing. Agr. Victoria Rendón Ledesma MSc, Directora de esta tesis, por la confianza depositada en mí, por su guía, solidaridad y apoyo técnico permanente, durante todo el proceso de investigación.

Al Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, MSc, Presidente del tribunal de tesis, al Ing. Agr. Oscar Mora Castro, MBA, Miembro del tribunal de tesis, al Ing. Agr. Marlon López Izurieta, MSc, Miembro del tribunal de tesis, por su orientación en este trabajo investigativo.

# CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo .....	2
Generales .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Específicos .....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1. Ubicación y descripción del sitio experimental .....	14
3.2. Material de siembra .....	14
3.3. Métodos .....	14
3.4. Factores estudiados.....	14
3.5. Tratamientos .....	15
3.6. Diseño experimental .....	15
3.6.1. Características de las parcelas experimentales .....	15
3.7. Análisis de varianza .....	15
3.8. Análisis funcional .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.9. Manejo del ensayo .....	16
3.9.1. Preparación del suelo.....	16
3.9.2. Siembra .....	16
3.9.3. Control de malezas .....	16
3.9.4. Riego .....	16
3.9.5. Fertilización .....	16
3.9.6. Control fitosanitario .....	17
3.9.7. Cosecha .....	17
3.10. Datos evaluados .....	17
3.10.1. Días de floración .....	17
3.10.2. Días a la maduración de la mazorca .....	17
3.10.3. Altura de planta.....	17
3.10.4. Altura de inserción de la mazorca .....	18
3.10.5. Longitud de la mazorca.....	18
3.10.6. Número de granos por mazorca .....	18

3.10.7. Rendimiento por hectárea.....	18
IV. RESULTADOS .....	19
4.1. Días a floración .....	19
4.2. Días a maduración.....	19
4.3. Altura de planta .....	20
4.4. Altura de inserción de la mazorca .....	20
4.5. Longitud de mazorca .....	21
4.6. Número de granos por mazorca .....	22
4.7. Rendimiento .....	23
4.8. Análisis económico .....	23
V. DISCUSIÓN.....	26
VI. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES .....	29
VII. RESUMEN.....	31
VIII. SUMMARY .....	32
IX. LITERATURA CITADA.....	33
APÉNDICE .....	36
Cuadros de resultados.....	37
Fotografías .....	44

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*) es uno de los principales cultivos del país, debido a que sirve para la alimentación de la población y además se elabora balanceado para consumo animal como pollos, cerdos, vacas.

Lo mayor área sembrada se encuentra en la provincia de Los Ríos, Guayas y Manabí, abarcando aproximadamente el 75 %, por lo que los agricultores de la costa lo consideran como un cultivo económico rentable. La productividad del país se encuentra muy cercana a la de Colombia (3,79 t/ha) y es menor a la de Perú (4,72 t/ha). Para el 2016, aún sin datos oficiales, la producción de maíz se estimó que fue de 1,36 millones de toneladas. La provincia de Los Ríos cuenta con una productividad de 4,56 t/ha y con la mayor superficie cosechada, 150 mil hectáreas. Por otro lado, Manabí es la provincia de más baja productividad (2,20 t/ha) y genera el 11 % de la producción nacional<sup>1</sup>.

La fertilización es una práctica agrícola muy difundida a nivel mundial, ya que con ella existe la posibilidad de aumentar los requerimientos en los cultivos; sin embargo, la utilización de fertilizantes junto al empleo de híbridos o variedades resistentes y/o mejoradas hacen posible que sea más frecuente encontrar respuesta al aumento de la producción.

En la actualidad los fertilizantes orgánicos se utilizan para promover su aplicación y evitar en lo mínimo los fertilizantes químicos que los emplean los agricultores en mayor escala. Los abonos orgánicos deben ser usados para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, ayudan a incrementar la materia orgánica del mismo, aportan macronutrientes y proporcionan una mejor relación carbono nitrógeno, logrando con esto una buena capacidad de intercambio catiónico y el pH.

---

<sup>1</sup> <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2325/1/T1503.pdf>

Para generar mantenimiento de la capacidad productiva de un suelo es necesario realizar prácticas de nutrición vegetal, especialmente las orgánicas para obtener información que serviría de ayuda para los productos de determinadas zonas.

Dentro del manejo tecnológico del cultivo, es importante la aplicación de un programa de fertilización completa, balanceado y oportuno, para lo cual se requiere de un análisis de suelo y foliar, así como también, pruebas experimentales que den pautas sobre las complejas interacciones que ocurren en el suelo. Así, debido a los problemas de materia orgánica, es conveniente que la nutrición con esta para que permita maximizar los rendimientos del grano y la calidad de la cosecha. Sin embargo, como cada suelo tiene su propia característica física, química y microbiológica es necesario continuar haciendo pruebas para lograr los ajustes del caso.

Los fertilizantes orgánicos son de vital importancia porque aportan a las plantas elementos nutritivos indispensables para su desarrollo vegetativo normal.

Es necesario minimizar el impacto sobre el ambiente, por lo que las mejoras prácticas de manejo para el uso de los fertilizantes es impredecible para aumentar y estabilizar los rendimientos, por lo que el presente trabajo experimental se desarrollará con la finalidad de obtener la mejor fertilización orgánica, vía edáfica o foliar en el cultivo de maíz.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo General**

Evaluar el efecto de la fertilización edáfica y foliar sobre el rendimiento del cultivo de maíz.

### **1.2. Objetivos Específicos**

1. Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de maíz a la aplicación de los tratamientos orgánicos.

2. Determinar el tratamiento más influyente sobre la producción del cultivo de maíz en la zona.
3. Analizar económicamente los tratamientos.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

INIAP (2016) indica que el maíz duro en el Ecuador es una de las pocas especies que se cultivan a nivel nacional (costa, sierra, oriente y galápagos), por lo que es considerado uno de los productos agrícolas más importantes, tanto para consumo humano como por su uso en la agroindustria.

San Camilo (2016) señala que el maíz amarillo duro (tipo cristalino) que se produce en Ecuador, es de excelente calidad tanto para la elaboración de alimentos balanceados como para las industrias de consumo humano; debido a su elevado contenido de fibra, carbohidratos, caroteno y el alto nivel de rendimiento en la molienda, así como por sus precios, nuestro maíz es de gran aceptación en países fronterizos. Además nuestra producción se complementa con las necesidades del mercado colombiano, gracias al ciclo del cultivo, las condiciones geográficas y climáticas de las zonas maiceras ecuatorianas. La temporada de cosecha más alta se da en ciclo de invierno (Abril - Julio).

El productor (2017) publica que la fisiología del cultivo depende del factor genético, y la forma de crecimiento y desarrollo de la planta depende de las condiciones ambientales: temperatura, humedad y aireación, el maíz germina dentro de los 6 días. Períodos de sequía y temperaturas altas provocan una maduración temprana. No requiere luz para germinar y no presenta problemas de latencia. La temperatura óptima para la germinación es de 20 a 25 °C, con una mínima de 10 °C y máxima de 40 °C. El cambio de la fase vegetativa a la reproductiva se produce más temprano cuando el período de cultivo coincide con días cortos de luz. Durante días largos florece tardíamente.

INIAP (2016) manifiesta que la producción exitosa de maíz, requiere de sólidas prácticas agronómicas de manejo del cultivo; prácticas que empiezan desde la selección de las tierras apropiadas, utilización de semilla de calidad, así como

también de un programa efectivo de manejo de nutrientes y control de enfermedades y plagas, de tal manera que se asegure los máximos rendimientos. Es importante conocer la fenología de un cultivo para elaborar un buen calendario de siembra y de esa manera evitar pérdidas y aumentar las ganancias. En el cultivo de maíz se podría decir que no hay un tiempo exacto del desarrollo de las fases ya sean vegetativas o reproductivas ya que estas varían según las variedades o híbridos pero se estima un tiempo de 17 a 18 semanas desde el inicio de la siembra hasta la cosecha

El productor (2017) difunde que es recomendable hacer un análisis de suelo, para realizar un encalado y/o correctivo. Sin embargo, se puede recomendar 120 N-100 P-80 K kg/ha más 20 kg de Mg/ha. El N y K debe fraccionarse: 40 % a la siembra y 60 % a los 30-40 días después de la siembra. Aplicar micronutrientes al suelo (4-5 kg/ha). Deshierba y aporque. 30-40 días después de la siembra se aplica fertilizante complementario. Medio aporque: a los 30-40 cm altura planta. Aporque 70 a 80 cm altura.

Organic (2016) aclara que en la agricultura orgánica son fundamentales las prácticas de enriquecimiento de los suelos, como la rotación de cultivos, los cultivos mixtos, las asociaciones simbióticas, los cultivos de cubierta, los fertilizantes orgánicos y la labranza mínima, que benefician a la fauna y la flora del suelo, mejoran la formación de éste y su estructura, propiciando sistemas más estables. A su vez, se incrementa la circulación de los nutrientes y la energía, y mejora la capacidad de retención de nutrientes y agua del suelo, que compensa que se prescindan de fertilizantes minerales. Estas técnicas de gestión también son importantes para combatir la erosión, se reduce el lapso de tiempo en que el suelo queda expuesto a ésta, se incrementa la biodiversidad del suelo y disminuyen las pérdidas de nutrientes, lo que ayuda a mantener y mejorar la productividad del suelo. La emisión de nutrientes de los cultivos suele compensarse con los recursos renovables de origen agrícola, aunque a veces es necesario añadir a los suelos potasio, fósforo, calcio, magnesio y oligoelementos de procedencia externa.

Ramos (2016) sostiene que los fertilizantes orgánicos contribuyen a que el suelo tenga una mejor salud ya que aumenta la materia orgánica (mejora la estructura del suelo), reduce la erosión del suelo y ayuda a un ecosistema saludable. Además y por si fuera poco al no contener productos químicos no estarás expuesto a gases perjudiciales.

Para Suquilanda (2016) la fertilización orgánica se efectúa normalmente según las características de la zona de plantación, por lo que no se sigue un abonado riguroso en todas las zonas por igual. No obstante se recomienda aplicar de 6 a 8 toneladas de compost o gallinaza descompuesta más 500 kilos de roca fosfórica por hectárea y 500 kilos de sulpomag, para luego a partir de que la planta tenga entre 6 a 8 hojas iniciar con una fertilización complementaria a base de fertilizantes foliares tales como bioles, abono de frutas, extracto de algas, etc.

Prensa libre (2017) difunde que el fertilizante o abono es cualquier sustancia orgánica o inorgánica, natural o sintética que aporte a las plantas uno o varios de los elementos nutritivos indispensables para su desarrollo vegetativo normal. Los fertilizantes y abonos se encargan de entregar y devolver a la tierra los nutrientes necesarios para el adecuado crecimiento de plantas. Se podría abonar solo con los orgánicos, pero es más costoso y en determinados momentos hacen falta grandes cantidades de nitrógeno, por ejemplo, el cual no pueden suministrarlo, ya que ellos se descomponen lentamente, a su ritmo, según el clima y el tipo de suelo.

De acuerdo a Ramos (2016) la liberación lenta, gradual y natural de nutrientes es una de las grandes ventajas del fertilizante orgánico. Esta liberación natural de elementos significa que hay un menor riesgo de que exista demasiada fertilización y perjudique la salud del suelo. Además tendrás que aplicar fertilizantes con menos frecuencia lo que te reducirá los gastos. Las plantas crecen a un ritmo natural y saludable, por lo que serán plantas más fuertes y estables, algo que no ocurre con aquellas plantas que crecen a un ritmo acelerado.

Para Suquilanda (2016), con el fin de estimular el mejoramiento de la cosecha, se recomienda la aplicación de aspersiones foliares de BIOL que es un fitoestimulante artesanal que resulta de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica (estiércol + leguminosas + melaza + microorganismos + sulfatos), el que aplicado al cultivo, estimula el crecimiento de las raíces y el follaje, y un mayor llenado del grano, lo que da como resultado un aumento de la productividad (mayor al 50 %).

Cruz (2016) señala que los beneficios de usar estos abonos son varios, entre ellos podemos rescatar que necesita menos energía para su producción; que permite la obtención de alimentos más frescos y sanos para el consumo; que aumenta la cantidad y calidad de los cultivos; y que aporta materia orgánica al suelo

De acuerdo a Ortega (2015), los fertilizantes orgánicos mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo, aumentan su actividad biológica, son una fuente importante para mejorar sus propiedades. Es por eso que el uso de residuos animales como fertilizante proporciona el retorno y la reutilización de los nutrientes.

Suquilanda (2016) indica que las aplicaciones de biofertilizantes (biol, purin, abono de frutas, vinagre de madera, extracto de algas) y harinas de rocas (roca fosfórica, sulphomag, cal agrícola, etc), se deben hacer entre el tercer día de luna creciente y el tercer día de luna llena, pues en este espacio de tiempo los granos de este cultivo son estimuladas por la luz de las fases lunares.

Prensa libre (2017) publica que la mayoría de abonos o fertilizantes químicos que se usan suelen incluir solo tres nutrientes: el nitrógeno, el fósforo y el potasio. Las plantas necesitan más cantidad de éstos elementos que de ningún otro. Es conveniente asimismo aportar los demás elementos para prevenir carencias de magnesio, hierro, manganeso y boro.

DCM (De Ceuster Meststoffen) (2017) manifiesta que las ventajas de los fertilizantes orgánicos son:

- Los nutrientes ligados orgánicamente no se disuelven en el suelo y se liberan gradualmente a medida que los microorganismos beneficiosos del suelo van descomponiendo el fertilizante.
- No contienen complejos de urea, inhibidores, membranas ni revestimientos químicos sintéticos.
- Las materias primas se seleccionan cuidadosamente para garantizar efectos fertilizantes duraderos:
  - liberación gradual y continua de nutrientes (NPK + oligoelementos de origen natural);
  - liberación simultánea de sustancias húmicas y fúlvicas y componentes bioactivos beneficiosos;
  - crecimiento homogéneo de las plantas sin estrés: sin picos ni retraso del crecimiento;
  - mejora sensible de la calidad de las plantas en comparación con fertilizantes tradicionales.
- Son más eficaces gracias a su menor tasa de lixiviación de nutrientes en el suelo.
- Proporcionan una fertilización eficaz y medioambientalmente responsable, incluso en zonas medioambientalmente sensibles.
- Están formulados con ingredientes de origen animal y vegetal de calidad excepcional. Los extraordinarios Fertilizantes Orgánicos de DCM no contienen residuos orgánicos peligrosos o de origen incierto.
- Mejoran la estructura del suelo, aumentan de forma continua y saludable la cantidad de materia orgánica del suelo y fomentan la actividad de los microorganismos del suelo.

Ortega (2015) aclara que las ventajas de fertilizantes orgánicos:

1. Mejora de la fertilidad del suelo;
2. Mejora de la estructura de la tierra;

3. Proporcionar al suelo organismos que hacen un gran trabajo para mejorar la fertilidad natural viviente;
4. Activan la actividad vital de los microorganismos beneficiosos para restauración de agua y aire.
5. Fácil disponibilidad.

Cepeda (2016) difunde las desventajas del abono orgánico, tales como:

- Pueden ser fuentes de patógenos si no están adecuadamente tratados.
- También pueden provocar eutrofización. Por ejemplo, granjas con gran concentración de animales o por las aguas residuales humanas. Pero es más difícil que con fertilizantes inorgánicos.
- Pueden ser más caros, aunque puede salir gratis si es un residuo propio de la granja o es un problema para otra explotación. Es fácil que una explotación agrícola necesite fertilizante y otra de animales tenga problemas para desprenderse de los desechos que produce.
- Actualmente el consumo de fertilizantes orgánicos está aumentando debido a la demanda de alimentos orgánicos y la concienciación en el cuidado del medio ambiente.

Ortega (2015) señala las desventajas de los fertilizantes orgánicos:

1. Un desequilibrio de nutrientes. Es muy difícil equilibrar con precisión todos los nutrientes necesarios.
2. La posibilidad de sobredosis.
3. La presencia de semillas de malas hierbas;
4. El riesgo de contraer la enfermedad;
5. Atracción de sustancias tóxicas (plomo, aluminio);

Conagra (2016) manifiesta que Seaweed extract es un producto orgánico-natural, no tóxico a base de extractos de algas marinas de Noruega, contiene 56 elementos, los mayores en forma soluble y los menores en forma quelatizada; además contiene carbohidratos, proteínas, ácidos orgánicos, vitaminas, trazas de

aminoácidos y reguladores de crecimiento propios de las algas. Es extraído mediante un proceso natural para preservar sus componentes sin alterar su forma original; no presenta ningún agregado de compuestos naturales o sintéticos por lo cual se garantiza al 100 % el extracto de algas. Puede ser empleado en un programa de agricultura orgánica y/o convencional ya que cuenta con Certificación Orgánica

Entre las ventajas de Seaweed extract, se tienen:

- a. Aumenta el porcentaje de germinación e incrementa la resistencia a enfermedades.
- b. Ayuda a la planta a reponerse luego de la producción.
- c. Otorga máximo vigor a las plantas produciendo optima floración y fructificación de excelente calidad.
- d. Aumenta el desarrollo radicular de plantas y esquejes.
- e. Reduce el daño causado por heladas.
- f. Incrementa la resistencia a plagas y enfermedades.
- g. Contiene una enzima que disuelve las cáscaras de las semillas incrementando así el porcentaje de germinación sobre todo de aquellas especies que son de difícil emergencia.
- h. Por ser un extracto de algas marinas contiene una gama de elementos que lo hacen un producto completo.
- i. Puede aplicarse en cualquier etapa de desarrollo del cultivo.

INIA (2008) señala que el Biol es un abono orgánico líquido, resultado de la descomposición de los residuos animales y vegetales: guano, rastrojos, etc., en ausencia de oxígeno. Contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes. Entre las ventajas están:

- Se puede elaborar en base a los insumos que se encuentran en la comunidad.
- No requiere de una receta determinada, los insumos pueden variar.
- Su preparación es fácil y puede adecuarse a diferentes tipos de envase.
- Tiene bajo costo.

- Mejora el vigor del cultivo, y le permite soportar con mayor eficacia los ataques de plagas y enfermedades y los efectos adversos del clima.
- El tiempo desde la preparación hasta la utilización es largo.
- En extensiones grandes se requiere de una mochila para aplicar.

Bioagrotecsa (2016) manifiesta que el humus sólido es el resultado de la descomposición de la materia orgánica por acción biológica de las lombrices y microorganismos que actúan a través del tiempo. Es muy importante por la presencia de ácidos fúlvicos, húmicos, microorganismos en cantidades sobre los 20 mil millones por gramo de materia seca, entre otros.

Jackson (2003) menciona que la materia orgánica y humus son términos que describen cosas algo diferentes pero relacionadas entre sí. La materia orgánica se refiere a la fracción del suelo que está compuesta tanto de organismos vivos como de residuos muertos en varios estados de descomposición. Humus es sólo una pequeña porción de la materia orgánica. Es el producto final de la descomposición de la materia orgánica y es relativamente estable. La continuación de la descomposición del humus ocurre muy lentamente en ambientes agrícolas y naturales. En sistemas naturales, se alcanza un balance entre la cantidad de formación de humus y la cantidad de descomposición de este.

Según INTAGRO (2015), el Humus tiene como función potenciar la acción de los fertilizantes al mejorar la eficiencia de recuperación de estos, regular la nutrición vegetal, favorecer la formación de agregados estables arcillosos-húmicos que dan origen a la estructura granular del suelo. Además aumenta la capacidad de retención de humedad, mejora la velocidad de infiltración, evita la erosión producida por escurrimiento superficial, ayuda a taponar cambios del Ph del suelo, inactiva los compuestos o elementos orgánicos tóxicos, fuente nutricional y energética de los microorganismos edáficos, favorece el normal desarrollo de las cadenas tróficas.

De la misma manera el humus biológicamente estimula la planta, químicamente cambia las propiedades de fijación del suelo y físicamente modifica el suelo. Como beneficios biológicos: estimula las enzimas de la plantas, actúa como un catalizador orgánico, estimula el crecimiento y la proliferación de microorganismos necesarios para el suelo tanto como algas y levaduras, aumenta la respiración y formación de la raíz, estimula el crecimiento de la raíz especialmente en su ancho, aumenta la permeabilidad de las membranas de la planta, promoviendo la asimilación de los nutrientes, eleva el contenido de vitaminas de las plantas, eleva la germinación de la semilla y su viabilidad, estimula el crecimiento de la planta al acelerar la división celular y elevando el grado de desarrollo en el sistema radicular.

DEAQ (2016) sostiene que la Zeolita zn-100 contiene trazas de manganeso, cobre, boro y zinc entre otros. Las funciones y beneficios son:

- Incrementa la capacidad de retención de nutrientes en los suelos.
- Retiene la humedad por un mayor tiempo.
- Almacena hasta 55 % de los químicos a base de amonio/amoniaco, haciéndolos insolubles en agua y poniéndolos a disponibilidad de la planta, sin quemarla.
- Mejora la estructura del suelo, evitando la compactación.
- Estimula el rendimiento y mejora la consistencia y tamaño del fruto.

FertiSur (2016) acota que Sulpomag es con aplicación directa al suelo. Conocido también como langbeinita, es una combinación especial de tres nutrientes: Potasio, Magnesio y Azufre altamente disponibles para la planta, todos presentes en un solo material. Es una sal neutral que no cambia el pH del suelo, sin importar la cantidad que se aplica. El granulado es calificado como "aceptable" para la producción de cultivos orgánicos certificados.

Torres (s.f.) difunde que el nitrógeno es uno de los nutrientes esenciales que más limitan el rendimiento del maíz. Este macronutriente participa en la síntesis de

proteínas y por ello es vital para toda la actividad metabólica de la planta. Su deficiencia provoca reducciones severas en el crecimiento del cultivo, básicamente por una menor tasa de crecimiento y expansión foliar que reducen la captación de la radiación fotosintéticamente activa. Las deficiencias de nitrógeno se evidencian por clorosis (amarillamiento) de las hojas mas viejas. El maíz requiere alrededor de 20 -25 kg/ha de nitrógeno (N) por cada tonelada de grano producida. Por ello, para producir por ejemplo 10.000 kg/ha de grano, el cultivo debería disponer de alrededor de maíz 200-250 kg. Esta cantidad sería la demanda de nitrógeno para este nivel de rendimiento.

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Ubicación y descripción del sitio experimental

El presente trabajo de investigación se desarrolló en los terrenos de la Hda. “Elvira, de propiedad del Sr. Segundo Murillo Bermeo, ubicados en la parroquia Pimocha, cantón Babahoyo.

Las coordenadas geográficas son 79° 60´ de longitud oeste y 01° 83´ de latitud sur y una altura de 8 msnm. El suelo es franco, drenaje y topografía regular<sup>2</sup>.

### 3.2. Material de siembra

Como material de siembra se utilizó el híbrido Somma, obtenido de la empresa Ecuaquímica, cuyas características son las siguientes<sup>3</sup>:

Días a Floración (Promedio): 60

Altura de planta (Promedio en cm): 207

Altura de la Mazorca (Promedio en cm): 95

Ciclo vegetativo (Días promedio): 125

Resistencia a enfermedades: medianamente tolerante

Rendimiento Promedio (Ton/ha): 9,5

### 3.3. Métodos

Se estudiaron los métodos inductivos - deductivo; deductivo – inductivo y experimental.

### 3.4. Factores estudiados

Variable dependiente: Comportamiento agronómico del maíz

Variable independiente: Dosis de fertilizantes orgánicos

---

<sup>2</sup> Fuente: Estación meteorológica INAHMI-UTB, 2016.

<sup>3</sup> Syngenta. 2016. Disponible en <https://www.syngenta.com.ec/somma>

### 3.5. Tratamientos

Se estudiaron los tratamientos, tal como se detalla a continuación:

Cuadro 1. Tratamientos estudiados. Babahoyo, 2017.

N°	Tratamientos	Dosis/ha	Aplicación
T1	Bioescudo	1,0 L	Foliar
T2	Seaweed extract	1,0 L	Foliar
T3	Biol	2,0 L	Foliar
T4	Humus la florida	800 kg	Edáfica
T5	Zeolita	635 kg	Edáfica
T6	Sulpomag	300 kg	Edáfica
T7	Nitrógeno (Testigo convencional)	70 kg	Edáfica

### 3.6. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar, con siete tratamientos y tres repeticiones. Para la comparación de los promedios se utilizó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

#### 3.6.1 Características de las parcelas experimentales

Descripción	Total
Distancia entre hileras	: 0,60
Distancia entre plantas	: 0,20
Distancia entre repeticiones	: 1,00
Área de la parcela experimental	: 4,20 m * 5,0 m = 21,0 m <sup>2</sup>
Área total del ensayo	: 499,80 m <sup>2</sup>

#### 3.6.2 Análisis de varianza

El análisis de varianza se desarrolló bajo el siguiente esquema:

FV	GL
Tratamientos	6
Repeticiones	2
Error experimental	12
Total	20

### **3.7. Manejo del ensayo**

Se realizaron las labores agrícolas que requirió el cultivo de maíz durante todo el ciclo vegetativo.

#### **3.7.1 Preparación del suelo**

Se efectuó con un pase de romplow y uno de rastra en sentido contrario, lo cual permitió un buen suelo para una adecuada germinación de las semillas.

#### **3.7.2 Siembra**

La siembra se realizó con un espeque, colocando una semilla por sitio a distancias de 0,60 m x 0,20 m entre hileras y plantas, respectivamente.

#### **3.7.3 Control de malezas**

El control de malezas se realizó en forma manual con rabón, a los 15, 30 y 45 días después de la siembra.

#### **3.7.4 Riego**

Se utilizó riego por gravedad, efectuando dos riegos semanalmente desde inicios del cultivo hasta aproximadamente la floración.

#### **3.7.5 Fertilización**

La fertilización edáfica se efectuó en función de un nivel de producción de 4000 kg/ha, mientras la fertilización foliar se utilizó como complemento a los depósitos de nutrientes en el suelo (Cuadro 1).

Los fertilizantes foliares se aplicaron a los 35 y 50 días después de la siembra, utilizando un bomba de aspersión de mochila, calibrada a un volumen de 250 L/ha de agua. Los fertilizantes edáficos fueron colocados en el suelo a los 30 y 45 días después de la siembra, para lo cual se colocaron a 5 cm de la planta, enterrados con un espeque. El nitrógeno se aplicó a los 18 y 45 días después de la siembra fraccionada en dos partes, siendo colocado sobre el suelo húmedo a 5 cm de la planta.

### **3.7.6 Control fitosanitario**

Entre los 25 días después de la siembra se presentó un ataque de langosta (*Spodoptera frugiperda*), el cual se controló con Methavin en dosis de 300 g/ha. A los 35 días después de la siembra se registró el ataque de la misma plaga, aplicando en este caso cipermetrina 250 cc/ha.

### **3.7.7 Cosecha**

La cosecha se realizó manualmente cuando el cultivo alcanzó la madurez fisiológica y los granos obtuvieron un 26 % de humedad, aproximadamente.

## **3.8. Datos evaluados**

### **3.8.1 Días de floración**

Se procedió a contar los días desde la siembra del cultivo hasta que las flores femeninas obtuvieron el 50 % de presencia en cada una de las parcelas experimentales.

### **3.8.2 Días a la maduración de la mazorca**

Se procedió a contar los días desde la siembra del cultivo hasta que la mazorca alcanzó la madurez fisiológica en cada una de las parcelas experimentales.

### **3.8.3 Altura de planta**

Se tomó al azar diez plantas por parcelas experimental y se midió la altura desde el nivel del suelo hasta la inserción de la inflorescencia.

#### **3.8.4 Altura de inserción de la mazorca**

Se tomó al azar diez plantas por parcela experimental y se midió la altura desde el nivel del suelo hasta la inserción de la primera mazorca viable.

#### **3.8.5 Longitud de la mazorca**

Se tomaron diez mazorcas por unidad experimental, midiendo la longitud desde una punta hacia el otro extremo de la misma. Sus promedios fueron expresados en cm.

#### **3.8.6 Número de granos por mazorca**

En las diez mazorcas evaluadas anteriormente, se contabilizó el número de granos provenientes de las mismas.

#### **3.8.7 Rendimiento por hectárea**

Esta variable se determinó por el peso de granos, provenientes del área útil de cada unidad experimental, ajustando al 13 % de humedad final, empleando la siguiente fórmula:

$$Pu = \frac{Pa (100 - Ha)}{(100 - Hd)}$$

Pu: Peso uniformizado

Pa: Peso actual

Ha: Humedad actual

Hd: Humedad deseada

#### **3.8.8 Análisis económico**

El análisis económico fue realizado en función del rendimiento de grano y el costo de cada uno de los tratamientos, obteniendo la utilidad neta.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Días a floración

En el Cuadro 2, se registran los valores promedios de la variable días a floración. El análisis de varianza no reportó diferencias significativas, el promedio general fue 51 días y el coeficiente de variación 1,84 %.

Los tratamientos que se aplicaron los productos Biol en dosis de 2,0 L/ha; Humus la florida 800 kg/ha; Zeolita 635 kg/ha y Nitrógeno (Testigo convencional) 70 kg/ha florecieron a los 51 días, a diferencia del resto de tratamientos Bioescudo 1,0 L/ha; Seaweed extract 1,0 L/ha y Sulpomag 300 kg/ha que florecieron en menor tiempo a los 50 días.

### 4.2. Días a maduración

Los valores promedios de la variable días a maduración se observan en el mismo Cuadro 2. El análisis de varianza no detectó diferencias significativas, el promedio general fue 111 días y el coeficiente de variación 0,71 %.

Los tratamientos que se aplicaron los productos Biol en dosis de 2,0 L/ha; Humus la florida 800 kg/ha; Zeolita 635 kg/ha y Sulpomag 300 kg/ha maduraron a los 111 días, mientras que resto de tratamientos Bioescudo 1,0 L/ha; Seaweed extract 1,0 L/ha y Nitrógeno (Testigo convencional) 70 kg/ha maduraron a los 110 días.

Cuadro 2. Días a floración y maduración aplicando fertilización orgánica edáfica y foliar en el cultivo de maíz (*Zea mays*). Babahoyo, 2017.

N°	Tratamientos	Dosis ha	Aplicación	Días a floración	Días a maduración
T1	Bioescudo	1,0 L	Foliar	50,0	110,0
T2	Seaweed extract	1,0 L	Foliar	50,0	110,0
T3	Biol	2,0 L	Foliar	51,0	111,0
T4	Humus la florida	800 kg	Edáfica	51,0	111,0
T5	Zeolita	635 kg	Edáfica	51,0	111,0
T6	Sulpomag	300 kg	Edáfica	50,0	111,0
T7	Nitrógeno (Testigo convencional)	70 kg	Edáfica	51,0	110,0
Promedio general				50,57	110,57
Significancia estadística				ns	ns
Coeficiente de variación				1,84 %	0,71 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey 95 % de probabilidad.  
ns: no significativo

#### 4.3. Altura de planta

El análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas, el promedio general fue 2,06 m y el coeficiente de variación 1,54 % (Cuadro 3).

La mayor altura de planta se obtuvo en el tratamiento que se utilizó Sulpomag en dosis de 300 kg/ha con 2,14 m, estadísticamente igual a las aplicaciones con los productos Biol 2,0 L/ha; Humus la florida 800 kg/ha; Zeolita 635 kg/ha y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, cuyo menor valor fue para el tratamiento que se empleó Nitrógeno (Testigo convencional) 70 kg/ha con 1,99 m.

#### 4.4. Altura de inserción de la mazorca

En la altura de inserción de la mazorca, el análisis de varianza registró diferencias altamente significativas, con un promedio general de 1,07 m y el coeficiente de

variación de 12,23 %.

El tratamiento que se utilizó Humus la florida en dosis de 800 kg/ha superó los promedios (1,21 m), estadísticamente igual a los tratamientos a base de Seaweed extract 1,0 L/ha; Biol 2,0 L/ha; Zeolita 635 kg/ha; Sulpomag 300 kg/ha; Nitrógeno (Testigo convencional) 70 kg/ha y superiores estadísticamente al tratamiento que se aplicó Bioescudo 1,0 L/ha que registró el menor promedio (0,83 m).

Cuadro 3. Altura de planta aplicando fertilización orgánica edáfica y foliar en el cultivo de maíz (*Zea mays*). Babahoyo, 2017.

N°	Tratamientos	Dosis ha	Aplicación	Altura de planta cm	Altura de inserción cm
T1	Bioescudo	1,0 L	Foliar	2,00 cd	0,83 b
T2	Seaweed extract	1,0 L	Foliar	2,04 bcd	1,08 ab
T3	Biol	2,0 L	Foliar	2,10 ab	1,19 ab
T4	Humus la florida	800 kg	Edáfica	2,10 ab	1,21 a
T5	Zeolita	635 kg	Edáfica	2,08 abc	1,07 ab
T6	Sulpomag	300 kg	Edáfica	2,14 a	1,10 ab
T7	Nitrógeno (Testigo convencional)	70 kg	Edáfica	1,99 d	1,04 ab
Promedio general				2,06	1,07
Significancia estadística				**	**
Coeficiente de variación				1,54 %	12,23 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.  
 \*\*: altamente significativo

#### 4.5. Longitud de mazorca

El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas en la variable longitud de mazorca, el promedio general fue 18,8 cm y el coeficiente de variación 4,64 %, según se observa en el Cuadro 4.

La mayor longitud de mazorca se observó en el tratamiento que se utilizó Sulpomag en dosis de 300 kg/ha con 20,8 cm, estadísticamente igual a las aplicaciones con los productos Biol 2,0 L/ha; Humus la florida 800 kg/ha; Zeolita 635 kg/ha y superiores estadísticamente a los demás tratamientos. El menor valor fue para el tratamiento que se empleó Bioescudo 1,0 L/ha con 17,2 cm.

#### 4.6. Número de granos por mazorca

Los valores promedios en la variable número de granos por mazorca se observan en el mismo Cuadro 4. El análisis de varianza no mostró diferencias significativas, el promedio general fue 452 granos/mazorca y el coeficiente de variación 14,22 %. El tratamientos que se aplicó el producto Sulpomag 300 kg/ha obtuvo mayor número granos/mazorca y el menor valor fue para el tratamiento que se utilizó Zeolita 635 kg/ha con 345 granos/mazorca.

Cuadro 4. Longitud de mazorca y número de granos/mazorca con la aplicación de fertilización orgánica edáfica y foliar en el cultivo de maíz. Babahoyo, 2017.

N°	Tratamientos	Dosis ha	Aplicación	Longitud cm	Número de granos
T1	Bioescudo	1,0 L	Foliar	17,2 b	470
T2	Seaweed extract	1,0 L	Foliar	18,3 b	454
T3	Biol	2,0 L	Foliar	19,0 ab	412
T4	Humus la florida	800 kg	Edáfica	19,0 ab	489
T5	Zeolita	635 kg	Edáfica	19,3 ab	345
T6	Sulpomag	300 kg	Edáfica	20,8 a	508
T7	Nitrógeno (Testigo convencional)	70 kg	Edáfica	17,9 b	489
Promedio general				18,8	452
Significancia estadística				**	ns
Coeficiente de variación				4,64 %	14,22 %

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

ns: no significativo

\*\* : altamente significativo

#### 4.7. Rendimiento

Los valores promedio de rendimiento se presentan en el Cuadro 5. El análisis de varianza no reportó diferencias significativas, el promedio general fue 4535,3 kg/ha y el coeficiente de variación 14,16 %.

El tratamientos que se aplicó el producto Sulpomag en dosis de 300 kg/ha obtuvo mayor rendimiento con 5102,5 kg/ha y el menor valor fue para el tratamiento que se utilizó Zeolita 635 kg/ha con 3485,4 kg/ha.

Cuadro 5. Rendimiento por hectárea aplicando fertilización orgánica edáfica y foliar en el cultivo de maíz (*Zea mays*). Babahoyo, 2017.

N°	Tratamientos	Dosis/ha	Aplicación	Rendimiento kg/ha
T1	Bioescudo	1,0 L	Foliar	4704,4
T2	Seaweed extract	1,0 L	Foliar	4551,3
T3	Biol	2,0 L	Foliar	4132,3
T4	Humus la florida	800 kg	Edáfica	4894,8
T5	Zeolita	635 kg	Edáfica	3485,4
T6	Sulpomag	300 kg	Edáfica	5102,5
T7	Nitrógeno (Testigo convencional)	70 kg	Edáfica	4876,7
Promedio general				4535.3
Significancia estadística				ns
Coeficiente de variación				14,16 %

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

ns: no significativo

#### 4.8. Análisis económico

En el Cuadro 6 y 7 se presentan los costos fijos y análisis económico/ha. El costo fijo fue de \$ 823,9. En el análisis económico determinó mayor beneficio neto con la

aplicación del tratamiento de Nitrógeno (Testigo convencional) con \$ 136,99, teniéndose menor ingreso con la aplicación de Zeolita (-301,27 dólares).

Cuadro 6. Costos fijos/ha aplicando fertilización orgánica edáfica y foliar en el cultivo de maíz (*Zea mays*). Babahoyo, 2017.

Descripción	Unidades	Cantidad	Valor Parcial (\$)	Valor Total (\$)
Terreno				
Alquiler del terreno	ha	1	250,0	250,0
Rastra y Romplow	u	2	25,0	50,0
Siembra				0,0
Semilla	sacos	1	108,0	108,0
Siembra	jornales	5	12,0	60,0
Control de malezas manual	jornales	9	12,0	108,0
Riego	u	24	3,5	84,0
Control de Insectos				0,0
Cypermtrina	frasco	1	9,5	9,5
Methavin	sobres	3	2,5	7,5
Aplicación	jornal	6	12,0	72,0
Subtotal				749,0
Administración 10%				74,9
<b>Total</b>				<b>823,9</b>

Cuadro 7. Análisis económico/ha, sobre: Efectos de la fertilización orgánica (edáfica y foliar) en el cultivo de maíz (*Zea mays*). FACIAG, UTB. 2017

N°	Tratamientos	Dosis/ha	Aplicación	Rend. (kg/ha)	qq/ha	Costo variable/ha (\$)			Costo de Producción (\$)			Ingresos (\$)	
						Valor Prod.	Aplic.	Cosecha + transp.	Costo Variable	Costo Fijo	Total	Bruto	Neto
T1	Bioescudo	1,0 L	Foliar	4704,4	103,50	12,0	48,00	139,72	199,72	823,9	1023,62	1138,46	114,84
T2	Seaweed extract	1,0 L	Foliar	4551,3	100,13	13,0	48,00	135,17	196,17	823,9	1020,07	1101,41	81,34
T3	Biol	2,0 L	Foliar	4132,3	90,91	8,0	48,00	122,73	178,73	823,9	1002,63	1000,01	-2,62
T4	Humus la florida	800 kg	Edáfica	4894,8	107,68	213,3	48,00	145,37	406,70	823,9	1230,60	1184,53	-46,07
T5	Zeolita	635 kg	Edáfica	3485,4	76,68	169,3	48,00	103,52	320,85	823,9	1144,75	843,47	-301,27
T6	Sulpomag	300 kg	Edáfica	5102,5	112,26	108,0	48,00	151,55	307,55	823,9	1131,45	1234,81	103,37
T7	Nitrógeno (Testigo)	70 kg	Edáfica	4876,7	107,29	51,72	48,00	144,84	244,56	823,9	1068,46	1180,17	111,71

Bioescudo = \$ 6,00 (L)

Seaweed extract = \$ 6,50 (L)

Biol = \$ 8,0 (Gln)

Humus La Florida = \$ 10,0 (45 kg)

Zeolita = \$ 12,0 (45 kg)

Sulpomag = \$ 18,00 (45 kg)

Urea = \$ 17,0 (50 kg)

Cosecha + Transporte = \$ 1,35 qq

Jornal (1) = \$ 12,00

Precio Maíz = \$ 11,0 qq

## V. DISCUSIÓN

Los resultados encontrados determinaron que el uso de fertilización orgánica edáfica y foliar, presenta una influencia parcial sobre las características agronómicas del maíz, evaluadas en el presente ensayo

Los resultados obtenidos reflejan que las expresiones morfo-fisiológicas de las plantas de maíz híbrido, no logran su máximo potencial con solo la aplicación de fertilización orgánica foliar, logrando en algunos casos promedios reducidos, lo que concuerda con Ortega (2015) al mencionar que Ortega (2015) entre las desventajas de los fertilizantes orgánicos, se tiene que crean un desequilibrio de nutrientes, por lo que resulta difícil equilibrar con precisión todos los nutrientes necesarios. Además existe la posibilidad de sobredosis y presencia de sustancias tóxicas (plomo, aluminio). También coincide con Cepeda (2016) quien difunde que una de las desventajas del abono orgánico, es que pueden provocar eutrofización, y además de las concentraciones, las cuales por lo regular bajas.

La aplicación de fertilización orgánica edáfica reportó resultados prometedores y con potencial de uso agrícola, sin embargo las dosis planteadas en el ensayo no expresaron todo el potencial del híbrido de maíz y además, tal como lo indica Suquilanda (2016) quien menciona que la fertilización orgánica se efectúa normalmente según las características de cada plantación. Así mismo Ramos (2016), señala que al ser productos de liberación lenta, gradual y natural de nutrientes, es beneficioso para el manejo de suelos. Esta liberación natural de elementos significa que hay un menor riesgo de que exista demasiada fertilización y perjudique la salud del suelo. Además se tendrá que aplicar fertilizantes con menos frecuencia lo que te reducirá los gastos. Las plantas crecen a un ritmo natural y saludable, por lo que serán plantas más fuertes y estables, algo que no ocurre con aquellas plantas que crecen a un ritmo acelerado. Sin embargo este sería una desventaja en híbridos de rápido crecimiento y niveles de adsorción de los nutrientes.

La aplicación de fertilización química a base de Sulpomag y Nitrogeno, en las dosis planteadas, obtuvieron mayor beneficio neto, tal como lo indica Torres (s.f.) que el nitrógeno es uno de los nutrientes esenciales que más limitan el rendimiento del maíz. Este macronutriente participa en la síntesis de proteínas y por ello es vital para toda la actividad metabólica de la planta. Su deficiencia provoca reducciones severas en el crecimiento del cultivo, básicamente por una menor tasa de crecimiento y expansión foliar que reducen la captación de la radiación fotosintéticamente activa. El maíz requiere alrededor de 20 -25 kg/ha de nitrógeno (N) por cada tonelada de grano producida. De la misma manera FertiSur (2016) indica que Sulpomag al ser un fertilizante de aplicación directa al suelo, posee la capacidad de proporcionar tres nutrientes: Potasio, Magnesio y Azufre, altamente disponibles para la planta, todos presentes en un solo material. Además es calificado como "aceptable" para la producción de cultivos orgánicos certificados.

Adicionalmente los análisis de estadística demuestran que las diferentes aplicaciones de fertilizantes orgánicos foliares y edáficos lograron incrementos generales en las variables relacionadas con el crecimiento vegetal, debido a que los mismos al poner los nutrientes a disposición de la planta de una manera más adecuada y distribuida, el proceso de asimilación y nutrición es realizado de mejor manera, ya que la planta tiene cierta cantidad de nutrientes en todas sus etapas de máximo desarrollo lo que no afecta la producción del cultivo. Esto se explica con lo manifestado por Ramos (2016) al sostener que los fertilizantes orgánicos contribuyen a que el suelo tenga una mejor salud, ya que aumenta la materia orgánica (mejora la estructura del suelo), reduce la erosión del suelo y ayuda a un ecosistema saludable. Además y por si fuera poco al no contener productos químicos no existe la exposición a gases perjudiciales.

El mayor rendimiento en peso de grano se encontró con la aplicación de Sulpomag en dosis 300 kg/ha (5102,5 kg/ha). Esta aplicación incentiva al cultivo a lograr un crecimiento relativamente parejo y sostenido, lo cual es previsible ya que

la aportación balanceada de nutrientes y su mejor distribución en el sistema radicular estimulan el desarrollo vegetativo adecuado de las plantas maximizando su potencial productivo.

En lo referente a las variables: días a floración, días a maduración fisiológica, número de granos por mazorca y rendimiento por hectárea, no determinaron significancia estadística en las evaluaciones realizadas. Lo que permite ver que la influencia de los fertilizantes en los suelos del ensayo, no afectan estas variables sino directamente la morfología de la planta, lo que explica lo escrito por INIA (2008), quienes indican que mejoran el vigor del cultivo, logrando mayor respuesta a los efectos adversos del clima.

El trabajo se realizó en un suelo desbrozado, en el cual no se realizaban labores agrícolas, lo cual pudo haber afectado la liberación del nitrógeno, reteniéndolo dentro del mismo (efecto de mineralización). Sin embargo al no ser medida esta variable, solo pasa a ser una especulación. Adicionalmente no fue realizado un análisis del suelo, por lo tanto el desconocimiento de los diversos contenidos nutricionales, afectó el resultado final.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

Por los resultados expuestos se concluye:

1. La aplicación de fertilizantes orgánicos foliares y edáficos, no tienen una influencia directa sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz híbrido Somma.
2. Las variables días a floración y días a maduración, no presentaron significancia estadística por la aplicación de los fertilizantes.
3. Plantas más altas se lograron aplicando Sulpomag 300 kg/ha, mientras el aporte de Humus 800 kg/ha sobre el suelo aumenta la altura de inserción.
4. Las aplicaciones de Sulpomag 300 kg/ha logran mayor longitud de mazorca, con relación a los demás tratamientos.
5. El número de granos por mazorca numéricamente es mayor aplicando Sulpomag 300 kg/ha.
6. El híbrido Somma con la aplicación de Sulpomag 300 kg/ha (5102,5 kg/ha) obtuvo más rendimiento, con incrementos del 31,69 % con relación al tratamiento Zeolita que tuvo el menor promedio.
7. El tratamiento con la aplicación de Fertivin 50 kg/ha y Arroceros 300 kg/ha (5188.5 kg/ha) obtuvo un rendimiento entre los fertilizantes, siendo superior a los demás tratamientos.
8. El mayor rendimiento económico se presentó con la aplicación de Bioescudo 1,0 L/ha (114.84 dólares).

Las recomendaciones planteadas fueron:

- Aplicar Sulpomag como fertilizante edáfico organico, para elevar el rendimiento de grano en el cultivo de maíz.
- Utilizar para la siembra el híbrido de maíz Somma por su estable comportamiento para la época.
- Efectuar el mismo ensayo bajo otras condiciones climáticas y tipo de suelo para comparar los resultados.

## VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en los terrenos de la Hda. "Elvira, de propiedad del Sr. Segundo Murillo Bermeo, ubicados en la parroquia Pimocha, cantón Babahoyo. Las coordenadas geográficas son 79° 60' de longitud oeste y 01° 83' de latitud sur y una altura de 8 msnm. El suelo es franco, drenaje y topografía regular.

Los objetivos planteados fueron: Identificar la fertilización orgánica más adecuada en el cultivo de maíz; determinar el mejor producto y dosis y analizar económicamente los tratamientos. Como material de siembra se utilizó el híbrido Somma. Se estudiaron los tratamientos, a base de Bioescudo en dosis de 1,0 L/ha; Seaweed extract 1,0 L/ha; Biol 2,0 L/ha; Humus la florida 800 kg/ha; Zeolita 635 kg/ha; Sulpomag 300 kg/ha y Nitrógeno (Testigo convencional) 70 kg/ha. Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar, con siete tratamientos y tres repeticiones. Para la comparación de los promedios se utilizó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. Los datos evaluados fueron días de floración y maduración de la mazorca, altura de planta, altura de inserción de la mazorca, longitud de la mazorca, número de granos por mazorca, rendimiento y análisis económico.

Por los resultados expuestos se determinó que los tratamientos que se aplicó fertilización edáfica florecieron y maduraron en mayor tiempo; la mayor altura de planta se obtuvo aplicando Sulpomag en dosis de 300 kg/ha y el uso de Humus la florida en dosis de 800 kg/ha superó los promedios en cuanto a la altura de inserción de la mazorca; la mayor longitud de mazorca y número granos/mazorca se observó en el tratamiento que se utilizó Sulpomag en dosis de 300 kg/ha y el mejor rendimiento se reportó aplicando Sulpomag en dosis de 300 kg/ha; sin embargo en el análisis económico el empleo de Bioescudo reportó mayor beneficio neto con \$ 111,71.

## VIII. SUMMARY

The present research work was carried out on the grounds of the Hda. "Elvira, owned by Mr. Segundo Murillo Bermeo, located in the Pimocha parish, Babahoyo canton. The geographical coordinates are 79 ° 60' west longitude and 01 ° 83' south latitude and a height of 8 m. The soil is free, drainage and regular topography.

The objectives were: To identify the most adequate organic fertilization in the maize crop; Determine the best product and dose and analyze the treatments economically. The Somma hybrid was used as seed material. The treatments, based on BioShield at doses of 1.0 L / ha; Seaweed extract 1.0 L / ha; Biol 2.0 L / ha; Humus florida 800 kg / ha; Zeolite 635 kg / ha; Sulpomag 300 kg / ha and Nitrogen (Conventional Witness) 70 kg / ha. We used the experimental design of Complete Blocks Random, with seven treatments and three replicates. For the comparison of the means the Tukey test was used at 95% probability. The evaluated data were days of flowering and maturation of the ear, height of plant, height of insertion of the cob, length of the cob, number of grains per ear, yield and economic analysis.

From the results, it was determined that the treatments that were applied edaphic fertilization flourished and matured in a longer time; The highest plant height was obtained by applying Sulpomag in doses of 300 kg / ha and the use of Humus florida in doses of 800 kg / ha exceeded the averages in terms of height of insertion of the ear; The highest length of ear and number of grains / ear was observed in the treatment that Sulpomag was used in doses of 300 kg / ha and the best yield was reported applying Sulpomag in doses of 300 kg / ha; However in the economic analysis the use of Bioescudo reported higher net profit with \$ 111.71.

## IX. LITERATURA CITADA

- Bioagrotecsa. 2016. Humus La Florida en Ambato (Ecuador). Disponible en <https://5900-ec.all.biz/humus-la-florida-g11991>
- Cepeda, M. 2016. Abonos orgánicos. Disponible en <http://abonosorganicosudec.blogspot.com/p/desventajas-del-abono-organico.html>
- Conagra. 2016. Producto Seaweed Extract (*Ascophyllum nodosum*). Disponible en <http://www.conagra.com.pe/productos.php?idProducto=44>
- Cruz, D. 2016. Los 7 beneficios de utilizar abonos orgánicos en los cultivos. Disponible en <http://www.contextoganadero.com/agricultura/los-7-beneficios-de-utilizar-abonos-organicos-en-los-cultivos>
- DCM (De Ceuster Meststoffen). 2017. Resumen de las ventajas de los Fertilizantes Orgánicos de DCM. Disponible en <http://www.dcm-info.com/es/contacto/>
- DEAQ. 2016. Zeolita zn-100. Disponible en <http://www.agroquimicos-organicosplm.com/zeolita-zn-100-4132-9#inicio>
- El productor. 2017. Manejo del Cultivo de Maíz. Disponible en <http://elproductor.com/2017/01/09/manejo-del-cultivo-de-maiz/>
- FertiSur. 2016. Producto Sulpomag. Disponible en <http://www.fertisur.com/pdf/Sulpomag.pdf>
- INIA. 2008. Tecnologías innovativas apropiadas a la conservación in situ de la

agrobiodiversidad. Producción y uso del biol. Disponible en [http://ong-adg.be/bibliadg/bibliotheque/opac\\_css/doc\\_num/fiches\\_techniques/biol.pdf](http://ong-adg.be/bibliadg/bibliotheque/opac_css/doc_num/fiches_techniques/biol.pdf)

INIAP. 2016. Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de maíz duro. Disponible en [http://sinagap.agricultura.gob.ec/infoproductor/maiz/descargas/buenas\\_practicas/iniap.pdf](http://sinagap.agricultura.gob.ec/infoproductor/maiz/descargas/buenas_practicas/iniap.pdf)

INTAGRO. 20153. Manuales de cultivo, información y datos. Disponible en [www.intagro.com.mx](http://www.intagro.com.mx)

Jackson, ML. (2003). La Materia orgánica y humus (Traducido por J. Beltrán). Ediciones Omega, SA Barcelona, España. 662 p

Organic. 2016. Beneficios ambientales de la agricultura moderna. Disponible en <http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq6/es/>

Ortega, D. 2015. Tipos de fertilizantes orgánicos y sus Ventajas y desventajas. Disponible en <http://www.jardinesverticalesweb.com/tipos-de-fertilizantes-organicos-y-sus-ventajas-y-desventajas/>

Prensa libre. 2017. La importancia de los fertilizantes. Disponible en <http://www.prensalibre.com/vida/fertilizantes-plantas-hojas-abono-0-1158484217>

Ramos, C. 2016. Ventajas de los fertilizantes organicos. Disponible en <http://jardinplantas.com/ventajas-fertilizantes-organicos/>

San Camilo. 2016. Nuestras semillas: maíz. Disponible en <http://www.sancamilo.com.ec/maiz.html>

Suquilanda, M. 2016. Produccion organica de cultivos andinos. Disponible en [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/mountain\\_partnership/docs/1\\_produccion\\_organica\\_de\\_cultivos\\_andinos.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf). 173, 174

Torres, M. s.f. Fertilización nitrogenada en el cultivo de maíz. Disponible en <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20Nitrogenada%20del%20Cultivo%20de%20Maiz.asp>

# APÉNDICE

## Cuadros de resultados

Cuadro 8. Días a floración, sobre: Efectos de la fertilización orgánica (edáfica y foliar) en el cultivo de maíz (*Zea mays*). FACIAG, UTB. 2017

N°	Tratamientos	Dosis/ha	Aplicación	Repeticiones			X
				I	II	III	
T1	Bioescudo	1,0 L	Foliar	50	50	49	50
T2	Seaweed extract	1,0 L	Foliar	49	51	51	50
T3	Biol	2,0 L	Foliar	50	52	51	51
T4	Humus la florida	800 kg	Edáfica	51	51	52	51
T5	Zeolita	635 kg	Edáfica	50	52	52	51
T6	Sulpomag	300 kg	Edáfica	50	50	51	50
T7	Nitrógeno (Testigo convencional)	70 kg	Edáfica	52	50	50	51

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Días a florac	21	0,44	0,06	1,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	8,19	8	1,02	1,17	0,3877
Tratam	6,67	6	1,11	1,27	0,3390
Rep	1,52	2	0,76	0,87	0,4427
Error	10,48	12	0,87		
Total	18,67	20			

Cuadro 9. Días a maduración, sobre: Efectos de la fertilización orgánica (edáfica y foliar) en el cultivo de maíz (*Zea mays*). FACIAG, UTB. 2017

N°	Tratamientos	Dosis/ha	Aplicación	Repeticiones			X
				I	II	III	
T1	Bioescudo	1,0 L	Foliar	110	110	110	110
T2	Seaweed extract	1,0 L	Foliar	110	111	110	110
T3	Biol	2,0 L	Foliar	110	112	111	111
T4	Humus la florida	800 kg	Edáfica	111	111	112	111
T5	Zeolita	635 kg	Edáfica	110	112	112	111
T6	Sulpomag	300 kg	Edáfica	110	110	112	111
T7	Nitrógeno (Testigo convencional)	70 kg	Edáfica	111	110	110	110

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup>Aj</u>	<u>CV</u>
<u>Días a madur</u>	21	0,49	0,14	0,71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	6,95	8	0,87	1,42	0,2808
Tratam	4,95	6	0,83	1,35	0,3089
Rep	2,00	2	1,00	1,64	0,2353
Error	7,33	12	0,61		
<u>Total</u>	<u>14,29</u>	<u>20</u>			

Cuadro 10. Altura de planta, sobre: Efectos de la fertilización orgánica (edáfica y foliar) en el cultivo de maíz (*Zea mays*). FACIAG, UTB. 2017

N°	Tratamientos	Dosis/ha	Aplicación	Repeticiones			X
				I	II	III	
T1	Bioescudo	1,0 L	Foliar	2,03	1,97	2,00	2,00
T2	Seaweed extract	1,0 L	Foliar	2,00	2,08	2,05	2,04
T3	Biol	2,0 L	Foliar	2,05	2,15	2,10	2,10
T4	Humus la florida	800 kg	Edáfica	2,07	2,14	2,09	2,10
T5	Zeolita	635 kg	Edáfica	2,02	2,10	2,12	2,08
T6	Sulpomag	300 kg	Edáfica	2,10	2,17	2,15	2,14
T7	Nitrógeno (Testigo convencional)	70 kg	Edáfica	1,96	1,98	2,02	1,99

Variable    N    R<sup>2</sup>    R<sup>2</sup>Aj    CV

Alt pl 21    0,85    0,75    1,54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	0,07	8	0,01	8,43	0,0007
Tratam	0,06	6	0,01	9,48	0,0006
Rep	0,01	2	0,01	5,27	0,0228
Error	0,01	12	0,00		
<u>Total</u>	<u>0,08</u>	<u>20</u>			

Cuadro 11. Altura de inserción de la mazorca, sobre: Efectos de la fertilización orgánica (edáfica y foliar) en el cultivo de maíz (*Zea mays*). FACIAG, UTB. 2017

N°	Tratamientos	Dosis/ha	Aplicación	Repeticiones			X
				I	II	III	
T1	Bioescudo	1,0 L	Foliar	0,80	0,85	0,85	0,83
T2	Seaweed extract	1,0 L	Foliar	1,10	1,17	0,96	1,08
T3	Biol	2,0 L	Foliar	1,07	1,29	1,21	1,19
T4	Humus la florida	800 kg	Edáfica	1,20	1,12	1,30	1,21
T5	Zeolita	635 kg	Edáfica	0,89	1,07	1,25	1,07
T6	Sulpomag	300 kg	Edáfica	0,93	1,27	1,10	1,10
T7	Nitrógeno (Testigo convencional)	70 kg	Edáfica	1,20	0,95	0,97	1,04

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Alt inserc mazorca	21	0,59	0,32	12,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,30	8	0,04	2,18	0,1080
Tratam	0,27	6	0,05	2,68	0,0691
Rep	0,02	2	0,01	0,69	0,5215
Error	0,20	12	0,02		
Total	0,50	20			

Cuadro 12. Longitud de la mazorca, sobre: Efectos de la fertilización orgánica (edáfica y foliar) en el cultivo de maíz (*Zea mays*). FACIAG, UTB. 2017

N°	Tratamientos	Dosis/ha	Aplicación	Repeticiones			X
				I	II	III	
T1	Bioescudo	1,0 L	Foliar	16,5	17,0	18,0	17,2
T2	Seaweed extract	1,0 L	Foliar	17,0	18,5	19,5	18,3
T3	Biol	2,0 L	Foliar	17,0	21,0	19,0	19,0
T4	Humus la florida	800 kg	Edáfica	18,0	21,0	18,0	19,0
T5	Zeolita	635 kg	Edáfica	18,0	20,0	20,0	19,3
T6	Sulpomag	300 kg	Edáfica	19,5	22,0	21,0	20,8
T7	Nitrógeno (Testigo convencional)	70 kg	Edáfica	17,0	18,0	18,7	17,9

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup>Aj</u>	<u>CV</u>
Long mazorc21		0,82	0,70	4,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	41,09	8	5,14	6,76	0,0018
Tratam	24,58	6	4,10	5,39	0,0065
Rep	16,50	2	8,25	10,85	0,0020
Error	9,12	12	0,76		
<u>Total</u>	<u>50,21</u>	<u>20</u>			

Cuadro 13. Número de granos/mazorca, sobre: Efectos de la fertilización orgánica (edáfica y foliar) en el cultivo de maíz (*Zea mays*). FACIAG, UTB. 2017

N°	Tratamientos	Dosis/ha	Aplicación	Repeticiones			X
				I	II	III	
T1	Bioescudo	1,0 L	Foliar	306	529	576	470
T2	Seaweed extract	1,0 L	Foliar	468	464	430	454
T3	Biol	2,0 L	Foliar	260	497	478	412
T4	Humus la florida	800 kg	Edáfica	477	487	503	489
T5	Zeolita	635 kg	Edáfica	301	366	368	345
T6	Sulpomag	300 kg	Edáfica	410	611	504	508
T7	Nitrógeno (Testigo convencional)	70 kg	Edáfica	421	562	483	489

Variable    N    R<sup>2</sup>    R<sup>2</sup>Aj    CV  
Num granos/maz    21    0,71    0,51    14,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	118904,76	8	14863,10	3,59	0,0231
Tratam	57904,48	6	9650,75	2,33	0,0998
Rep	61000,29	2	30500,14	7,37	0,0082
Error	49636,38	12	4136,37		
Total	168541,14	20			

Cuadro 14. Rendimiento, sobre: Efectos de la fertilización orgánica (edáfica y foliar) en el cultivo de maíz (*Zea mays*). FACIAG, UTB. 2017

N°	Tratamientos	Dosis/ha	Aplicación	Repeticiones			X
				I	II	III	
T1	Bioescudo	1,0 L	Foliar	3061,5	5291,2	5760,5	4704,4
T2	Seaweed extract	1,0 L	Foliar	4684,2	4648,2	4321,5	4551,3
T3	Biol	2,0 L	Foliar	2645,8	4970,5	4780,5	4132,3
T4	Humus la florida	800 kg	Edáfica	4778,9	4875,2	5030,2	4894,8
T5	Zeolita	635 kg	Edáfica	3115,4	3660,5	3680,4	3485,4
T6	Sulpomag	300 kg	Edáfica	4156,2	6110,2	5041,2	5102,5
T7	Nitrógeno (Testigo convencional)	70 kg	Edáfica	4218,1	5621,3	4790,8	4876,7

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup>Aj</u>	<u>CV</u>
Rend	21	0,70	0,49	14,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>Valor p</u>
Modelo	11353364,69	8	1419170,59	3,44	0,0268
Tratam	5583160,02	6	930526,67	2,26	0,1085
Rep	5770204,67	2	2885102,33	7,00	0,0097
Error	4948879,71	12	412406,64		
Total	16302244,3920				

## Imágenes del Ensayo



**Fig 1. Preparación del terreno**



**Fig 2. Aplicación de riego**



**Fig 3-4. Siembra del cultivo**



**Fig 5. Aplicación de productos foliares**



**Fig 6-7. Crecimiento del cultivo.**



**Fig 8. Rotulación del ensayo**



**Fig 9-10. Cosecha y conteo de granos**



**Fig 11-12. Medición de longitud y diámetro de mazorca**