



**UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**



**TRABAJO EXPERIMENTAL**

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

**INGENIERA AGROPECUARIA**

**TEMA:**

“Efecto de concentraciones de humus y microorganismos eficientes  
(EM) aplicados al suelo, en la producción de maíz (Zea mays L.) en la  
zona de Simón Bolívar.”

**AUTORA:**

Fernanda Lissette Rochina Meza

**TUTOR:**

Ing. Agr. Carlos Barros Veas, M.Sc

BABAHOYO-LOS RIOS– ECUADOR

2020



**UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**



Trabajo experimental presentado al H. Consejo Directivo como  
requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERA AGROPECUARIA**

**TEMA:**

“Efecto de concentraciones de humus y microorganismos eficientes (EM) aplicados al suelo, en la producción de maíz (Zea mays L.) en la zona de Simón Bolívar.”

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, M.Sc

**PRESIDENTE**

---

Ing. Nessar Rojas Jorgge, M.Sc

**PRIMER VOCAL**

---

Ing. Ider Moran Caicedo, M.Sc

**SEGUNDO VOCAL**

Los resultados, conclusiones y recomendaciones obtenidas en el presente trabajo pertenecen de manera única exclusiva a la autora.

*Fernanda Rochina Meza*

## **AGRADECIMIENTOS**

- Agradezco a Dios por sus bendiciones y por permitirme el haber llegado hasta este momento de mi formación académica.
- A mis padres y hermanos, quienes son mi motor, que a través de su amor, paciencia y buenos valores, han sido los principales promotores de este logro.
- A la Universidad Técnica de Babahoyo por darme la oportunidad de formarme académicamente, en especial a las autoridades Decano y Subdecano.
- A mi Director de Trabajo Investigativo por su relevante aporte en esta investigación.
- A todos mis excelentes maestros de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, por sus conocimientos, experiencias y lecciones.
- A mis compañeros de aula y amigas que estuvieron presente en este duro trabajo y que pusieron su granito de arena.

## DEDICATORIA

- Dedico este trabajo principalmente a Dios, por guiarme, darme la sabiduría y fuerza para culminar esta etapa académica.
- A mis padres Walter Rochina y Chela Meza, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, son mi mayor inspiración, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía.
- A mis hermanos Mabel y Ariel por su cariño, estar siempre presentes y por el apoyo moral que me brindaron a lo largo de esta etapa. A toda mi familia porque con sus consejos de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.
- A mi tutor Ing. Carlos Barros Veas, principal colaborador, quien con su dirección y colaboración permitió desarrollar este trabajo.
- Finalmente a mis compañeros, amigas y a todas las personas que me han apoyado y han hecho que este trabajo se realice con éxito en especial a aquellas que me abrieron sus puertas y compartieron sus conocimientos.

# ÍNDICE

<b>RESPONSABILIDAD</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>vii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>vi</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II MARCO TEORICO</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>III MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
3.1 Localización del proyecto.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.2 Características Agro - climáticas.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.3 Material de siembra .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.4 Factores estudiados.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.5 Tratamientos .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.6 Diseño Experimental .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.7 Manejo del Experimento.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.8 Datos evaluados .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>IV RESULTADOS</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>V CONCLUSIONES</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>VI RECOMENDACIONES</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>VII RESUMEN</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>SUMMARY</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>VIII BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>41</b>
<b>APENDICE</b> .....	¡Error! Marcador no definido.

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos.....	18
Tabla 2. Altura de planta. ....	24
Tabla 3. Altura de inserción .....	25
Tabla 4. Días a floración. ....	26
Tabla 5. Días a cosecha .....	27
Tabla 6. Diámetro de mazorca .....	28
Tabla 7. Longitud de mazorca .....	29
Tabla 8. Numero de granos. ....	30
Tabla 9. Peso de grano .....	31
Tabla 10. Rendimiento por hectárea .....	32
Tabla 7. Análisis económico de los tratamientos en estudio.....	33

## I. INTRODUCCIÓN

La producción mundial de maíz, se estima en más de 800 millones de toneladas métricas por año, de éstas 730 millones son de maíz amarillo y 70 millones de maíz blanco. El maíz amarillo se destina para la agroindustria y el maíz blanco para consumo humano. Según la FAO (2007-2010), el maíz tiene importancia al aspecto de seguridad alimentaria en los países que basan su dieta en los granos básicos<sup>1</sup>.

En el Ecuador, el cultivo de maíz duro representa uno de los más importantes para salvaguardar la seguridad alimentaria de sus habitantes (tanto para el consumo humano, así como para el consumo animal a través de balanceados). Además, el cultivo contribuye con el 2% del PIB agrícola nacional, involucrando alrededor de cien mil familias en la actividad productiva<sup>2</sup>.

La producción de maíz duro se encuentra altamente polarizada en la costa ecuatoriana, en forma de monocultivo; según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, en el año 2017, se cosecharon 248 424 ha, en contraste con las 38 077 ha registradas en la región sierra. La producción del cultivo está concentrada en las provincias de Los Ríos con 139 156 ha, Manabí con 56 009 ha, Guayas con 44 817 ha y Loja con 25 733 ha cosechadas. La producción total a nivel nacional para el año 2017 fue de 1,130 522 t<sup>3</sup>.

Los microorganismos eficientes actúan de manera que toman sustancias generadas por otros organismos basando en ello su funcionamiento y desarrollo.

---

<sup>1</sup>Fuente: Cruz, O. (2015). *Manual para el cultivo del maíz*. Programa Nacional de Maíz – DICTA Tegucigalpa, M. D. C. 2013 Honduras, C. A. 27p.

<sup>2</sup> Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria, ESPAC, (2017). Anuario técnico. 14p.

<sup>3</sup> Fuente: Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (MAGAP). (2012). *Zonificación Agroecológica del cultivo de maíz, en el Ecuador a escala 1:25 000*. 14p.



Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por los microorganismos eficientes para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas.

La utilización de enmiendas edáficas orgánicas en reemplazo de las aspersiones de fertilizantes químicos convencionales es una tecnología de uso actual, la cual no ha sido debidamente estudiado, como complemento a la fertilización edáfica normal; el conocimiento adecuado de dosis y productos mejorara la eficiencia, reduciendo costos.

Los productos químicos utilizados para la fertilización al suelo han logrado aumentar de cierta manera los costos y niveles de contaminación al no poseer productos que garanticen una producción sustentable y que sea amigable con el medio ambiente.

Los ácidos húmicos son moléculas complejas orgánicas formadas por la descomposición de materia orgánica que influyen en la fertilidad del suelo por su efecto en el aumento de su capacidad de retención de agua y absorción de nutrientes; además, contribuyen en el aumento de crecimiento y productividad de las plantas.

Entre los beneficios de los ácidos húmicos se destacan la solución de los diferentes problemas que ocurren en el suelo tales como: salinización, calcificación, presencia de enfermedades, acumulación de residuos tóxicos por la aplicación de productos químicos.

Por lo expuesto anteriormente, la presente investigación estará orientada a la determinación del efecto que pueden provocar los ácidos húmicos en combinación microorganismos eficientes de suelo en el maíz, lo cual se convertiría

en otra alternativa disponible y segura para los agricultores del país al momento de buscar fuentes de nutrición que ayuden a elevar el rendimiento del cultivo.

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1 Objetivo General**

Evaluar el efecto de concentraciones de humus y microorganismos eficientes (EM) aplicados al suelo, en la producción de maíz.

##### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- a. Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de maíz a la aplicación de microorganismos eficientes más ácidos húmicos.
- b. Establecer el tratamiento de mayor incremento en el rendimiento de grano del cultivo.
- c. Realizar el análisis económico en relación con el beneficio/costo.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1. El cultivo de maíz

Agroptima (2018) indica que <el cultivo del maíz procede de hace miles de años. Forma parte de la alimentación básica en muchos países de Sudamérica>.

El mismo autor menciona que esta planta tiene una gran variedad, desde especies para alimento animal, para procesarlo y fabricar sémola, el maíz dulce, y también el conocido para hacer las famosas palomitas. Teniendo en cuenta su exposición al aire y sus grandes superficies foliares, su cultivo requiere mucha humedad e hidratación, fundamentalmente cuando ya se han formado las espigas. Una vez que los granos ya se han formado y están duros, ya se puede ir disminuyendo la intensidad del riego e ir dejando que el cultivo se seque. Hasta ese momento de formación y secado del grano, el maíz requiere de un buen aporte en nutrientes, una tierra bien abonada y rica en humus, y una tierra profunda, fértil, muy bien aireada y rica en humus.

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: 20 a 25 °C, 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. El maíz necesita más

agua en sus primeras fases de crecimiento, floración e inicio fructificación. El crecimiento se detiene al tiempo que se estimula la floración. Los excesos de agua provocan amarillamiento. Las heladas y granizo producen trastornos fisiológicos (El productor 2018).

El maíz es una planta rústica de fácil desarrollo y su cultivo con judías y calabazas da una excelente combinación de nutrientes. Aunque con frecuencia se equipara el maíz con un cereal, en realidad, se trata de una especie única, cuyos ancestros todavía no están claros y que desarrollan los pueblos precolombinos de América. De hecho, aun hoy en día sigue siendo la base de la alimentación en gran parte de las poblaciones de América y también de África (Ecoagricultor 2018).

## **2.2. Microorganismos Eficientes**

El EM "bokashi" es un abono orgánico fermentado, donde se usan microorganismos eficaces (EM) como inoculantes microbianos, en lugar de suelo. El EM facilita la preparación de éste usando muchas clases de desechos y este puede ser utilizado de 5 a 21 días después del tratamiento (fermentación). Puede ser utilizado en la producción de cultivos, aun cuando la materia orgánica no se haya descompuesto del todo. Cuando el EM "bokashi" es aplicado al suelo, la materia orgánica puede ser utilizada como alimento para los microorganismos eficaces y benéficos, los que continuarán descomponiéndola y mejorando la vida del suelo; pero no hay que olvidar que también supe nutrientes al cultivo (EkoSTAR 2005).

Los microorganismos (activadores) en los ecosistema naturales existen una serie muy amplia de microorganismo naturales benéficos

que son activadores del suelo y de los ecosistema. Estos se encargan descomponer la materia orgánica del suelo y demás residuos que se depositan en él. Algunos se fijan nitrógeno de la atmósfera, controlan a otros microorganismos dañinos, incrementan la disponibilidad de nutrientes para la planta a través del reciclaje de éstos, degradan algunas sustancias tóxicas, incluyendo pesticidas y producen antibióticos y otros componentes bioactivos, mejorando la agregación del suelo, entre otras funciones. Toda esta característica de microorganismo benéfico, es que ha potenciado su uso en la agricultura orgánica, lo que resulta fácil y barato. Se les llama microorganismos eficientes (EM), es el sistema que se utiliza una selección de microorganismo que habita el suelo naturalmente fértil (Fundases 2005).

Asi mismo menciona también que cuando el EM es inoculo en el medio natural, el efecto individual de cada microorganismo es ampliado, o sea, crece por su acción en comunidad. El EM contiene unas 80 especies de microorganismo de unos 10 géneros, que pertenece básicamente a cuatros grupos:

- Levaduras: bacterias que utilizan sustancias que producen las raíces de las plantas y junto con otros materiales orgánicos, sintetizan vitaminas y activan a otros microorganismos del suelo.
- Actinomicetos: hongos que controlan hongos y bacterias patógenas (que causan enfermedades), también le dan a las plantas mayor resistencia a los mismos a través del contacto con patógenos debilitados.

- Bacterias productoras de ácido láctico: el ácido láctico posee la propiedad de controlar la población de algunos microorganismos, como del hongo *Fusarium*, mediante la fermentación de materia orgánica, elaboran nutrientes para las plantas.
- Bacterias fotosintéticas: que utilizan la energía solar en forma de luz y calor y sustancias producidas por las raíces, para sintetizar vitaminas y nutrientes para las plantas. Junto con su establecimiento en el suelo, ocurre también un aumento en las poblaciones de otros microorganismos eficaces, como los fijadores de nitrógeno, los actinomicetos y las micorrizas.

Los microorganismos eficientes (EM) no son pesticidas, y aunque no está compuesto por químicos puede ser utilizado como tal, preparándolo como EM. El EM es un inoculante microbiano que funciona como un controlador biológico para la supresión y/o el control de plagas a través de la introducción de microorganismos benéficos al medio ambiente de las plantas. Así, plagas y patógenos se suprimen o controlan mediante procesos naturales debido al incremento de las actividades de competitividad y antagonismo de los microorganismos contenidos en los inoculantes (Mauz 2006).

El uso de la tecnología de microorganismos para la agricultura fue desarrollada en los años 80 por el japonés Dr. Teruo Higa y fue ganando popularidad a través de los productos comerciales elaborados en laboratorios y conocidos como EM (Microorganismos Eficaz). Por otro lado, se desarrolló una tecnología para reproducir los microorganismos que viven naturalmente en nuestros bosques. Estos

microorganismos son llamados comúnmente “Microorganismos de Montaña” o MM (Paniagua 2008).

Los Microorganismos Efectivos (EM), son una mezcla de varios microorganismos benéficos tanto aeróbicos como anaeróbicos, son levaduras, actinomicetos, bacterias ácido lácticas y fotosintéticas; estos son utilizados para agilizar el proceso de fermentación de alimentos humanos y animales, por lo tanto son totalmente seguros, esto vendría a ser un cultivo microbiano mixto, de especies seleccionadas de microorganismos benéficos (Rendón 2010).

Los Microorganismos Efectivos conocidos por su sigla en inglés –EM–, son una mezcla de tres grupos de microorganismos completamente naturales que se encuentran comúnmente en los suelos y en los alimentos. El EM contiene:

- Lactobacilos, similares a los que se utilizan para fabricar el yogur y los quesos.
- Levaduras, como las que se emplean para elaborar el pan, la cerveza o los vinos.
- Bacterias Fototróficas o Fotosintéticas, habitantes comunes de los suelos y de las raíces de las plantas.

Estos microorganismos no son nocivos, ni tóxicos, ni genéticamente modificados por el hombre; por el contrario son naturales, benéficos y altamente eficientes (Higa 2002).

### 2.3. Humus

Los autores denominan indistintamente materia orgánica o humus a la parte orgánica que cumple un papel esencial en el suelo. No existe una definición de humus con la que todos los especialistas estén de acuerdo; pero, en general, el término humus designa a las “sustancias orgánicas variadas; de color pardo y negruzco, que resultan de la descomposición de materias orgánicas de origen exclusivamente vegetal”. Contienen aproximadamente un 5% de nitrógeno, por lo que su valor en el suelo se puede calcular multiplicando por 20 su contenido de nitrógeno total (Navarro 2005).

La materia orgánica son todas las sustancias orgánicas vivas o muertas, frescas, o descompuestas, simples o complejas existentes en el suelo; esto incluye raíces de plantas, residuos de plantas y animales en todos los estados de descomposición, humus, microbios (Suquilanda 2003).

El suelo se comporta como un sistema abierto, intercambiando materia y energía con el medio circundante. El ingreso al suelo de carbono orgánico, fijado por la fotosíntesis en la planta, a través de los residuos de cosecha, depende de las condiciones nutricionales en que se desarrolló el cultivo y que afectaron la producción de biomasa total. Todos los nutrientes son importantes, sin embargo, el más influyente es el N (Urquiaga 2002).

Un humus de calidad orgánico nutre, acondiciona y mejora la estructura del suelo, aportando materia orgánica y microorganismos eficientes (Biofertilizante), minerales orgánicos altamente bio-disponibles. Es también un nutriente para el suelo, que mejora su



estructura, ayuda a reducir la erosión y recupera la absorción del agua y nutrientes por la planta (AGRIPAC 2009).

Además indica que mejora las propiedades físicas del suelo mediante el aporte de materia orgánica, favorece la estabilidad de los suelos agrícolas, reduciendo la densidad aparente, aumentando la porosidad, permeabilidad y capacidad de retención de agua. Puede ser utilizado en todo tipo de suelos y para todo tipo de cultivo. Es un producto de calidad, No es tóxico para plantas, humanos y animales.

La utilización frecuente de abonos orgánicos permite resolver los problemas de fertilidad del suelo, mejorara la capacidad de retención de agua y circulación del aire, favorecer el desarrollo y vigorización de las plantas, aumentan la capacidad de resistencia a factores ambientales adversos, activar su biología y con ello la capacidad de controlar naturalmente insectos, ácaros, nematodos como patógenos, sea cual fuere el abono que se va a utilizar, su aplicación debe responder a un análisis previo del suelo (nutrimentos, relación C/N y microorganismos) pudiendo aplicarse de acuerdo a su riqueza hasta el doble del requerimiento en términos de elementos minerales puros, pues su asimilación y posterior absorción es bastante lenta (Játiva 2001).

El humus es materia orgánica degradada a su último estado de descomposición por efectos de microorganismos que se encuentran químicamente estabilizados, por lo que regula la dinámica de la nutrición vegetal en el suelo. Es un mejorador de las características físico – química del suelo (Rendón 2009).

Suquilanda (2003), sostiene que <la materia orgánica son todas las sustancias orgánicas vivas o muertas, frescas, o descompuestas, simples o complejas existentes en el suelo; esto incluye raíces de plantas, residuos de plantas y animales en todos los estados de descomposición, humus, microbios>.

Algunos de los méritos que se atribuyen a los fertilizantes orgánicos son los siguientes: el nitrógeno y el fósforo presente no son solubles en agua a medida que el fertilizante se descompone en el suelo, esos nutrientes pueden liberarse con lentitud, en una tasa equiparable a la de absorción por las plantas. El proceso también impide la lixiviación de los nutrientes (Cooke 2002).

ECUAQUIMICA (2009) menciona que <el humus de lombriz potencializado está compuesto de millones de colonias de microorganismos, hongos, lavaduras, enzimas, hormonas de crecimiento, lo cual están constantemente en multiplicación>.

Además posee <Fitohormonas (Auxinas, Citoquininas, Giberelinas), Saccharomyces sp, Lactobacillus, Microorganismos eficientes, Ácidos húmicos, Ácidos Fúlvicos, Melaza de Caña, Macro y Micro nutrientes, Extractos de plantas con propiedades de fitoalexinas>.

Dentro de sus principales características se tienen:

- Mejora la estructura del suelo
- Provee de sustancias nutritivas a la planta
- Incrementa la capacidad de retención de agua.
- Mejora la porosidad del suelo.
- Mejora las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo.
- Ayuda a retener los nutrientes del suelo

- En suelos ácidos impide la fijación de fósforo, neutraliza el efecto tóxico del aluminio
- La disminución de los niveles de la materia orgánica en el suelo implica la disminución de los nutrientes disponibles para las plantas (Gros y Domínguez, 2004).

Cordova (2011) afirma que <la materia orgánica son todas las sustancias orgánicas vivas o muertas, frescas, o descompuestas, simples o complejas existentes en el suelo; esto incluye raíces de plantas, residuos de plantas y animales en todos los estados de descomposición, humus, microbios>.

La materia orgánica es esencial para la fertilidad y la buena producción agrícola es de gran importancia y que debe tomarse muy en cuenta ya que los abonos orgánicos no solo ayudan económicamente a la población, sino también trae consigo otros beneficios de tipo ecológico como la incorporación de nutrientes al suelo, así como la mejora de las características físicas, químicas y biológicas del suelo (Yanjos 2010).

La agricultura orgánica se define como una visión sistemática de la producción agrícola que usa los procesos biológicos de los ecosistemas naturales. Es un sistema de producción agropecuaria cuyo fin principal es la producción de alimentos de la máxima calidad, conservando y mejorando la fertilidad del suelo sin el empleo de productos químicos en la producción ni en la posterior transformación de los productos (Rea 2012).

El abono orgánico es el producto de la descomposición de materia vegetal, animal y residuos industriales. Los abonos orgánicos constituyen una buena alternativa para el manejo adecuado de los

desechos que resultan de la producción diaria. La incorporación de estos abonos orgánicos incrementa la cantidad de microorganismos generando un suelo equilibrado (Gomez 2010).

INIAP (2012) afirma que <los abonos orgánicos son productos naturales que se obtienen de la descomposición de los desechos de las fincas y que aplicados correctamente al suelo mejoran las condiciones físicas, químicas y microbiológicas>.

Conocer que la calidad de abonos orgánicos se juzga por su potencial de vida, y no por su contenido de nutrientes medidos químicamente. Los abonos orgánicos constan de innumerables sustancias vitales como aminoácidos, hormonas, ácidos (especialmente húmicos y fúlvicos), enzimas y en general quelantes que como los organismos, ceden lentamente los nutrientes, protegiéndolos de la lixiviación por lluvias y de la erosión. Todas estas sustancias vitales son ignoradas por el análisis químico, que reduce solo a Nitrógeno, Fósforo y Potasio (Megia 2001).

Los diferentes elementos se dividen en dos grupos: Micro, y Macro elementos primarios y secundarios.

-Los Microelementos son: Fe, Zn, Mn, Mo, Bo, Cl, Cu, etc. 4

-Los Macroelementos primarios son: N, P y el K.

-Los Macroelementos secundarios son: Ca, Mg, S.

Según Viven (2009) <la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles>.

Los abonos orgánicos también se conocen como enmiendas orgánicas, fertilizantes orgánicos, fertilizantes naturales, entre otros. Existen diversas fuentes orgánicas como abonos verdes, estiércoles, compost, humus de lombriz, bioabonos; los cuales varían su composición química de acuerdo al proceso de preparación e insumos que se emplean (Coronado 1997).

#### **2.4. Uso Materia organica en maiz**

Según Tapia *et al.* (2013) <la nutrición orgánica se plantea como opción viable para suministrar nutrimentos a los cultivos de interés para los productores, en este caso el maíz, con el fin de disminuir la dependencia de los fertilizantes químicos y disminuir los costos de producción>.

Conocer que el humus en todas sus formas mejora las características físicas y previenen la erosión del suelo, reducen la dependencia de insumos externos de alto costo económico y ambiental, enfocado a una agricultura sostenible, en donde se disminuye y elimina el empleo de agroquímicos a fin de proteger el ambiente, y la salud animal y humana (Acevedo y Pires 2004).

Lazcano (2014) argumenta que <el uso adecuado de fertilizantes orgánicos conlleva claros beneficios ambientales, sin embargo, los beneficios sobre el rendimiento y calidad nutricional del cultivo en relación al abonado inorgánico, parecen depender de una serie de factores como la variedad del cultivo o el tipo de abono>.

El futuro de la agricultura orgánica no es muy cierto. Este sistema de agricultura produce rendimientos bajos en la transición, no tiene producción suficiente por la falta de nitrógeno y sin el uso de los estiércoles animales, no es capaz de combatir las malezas y

requiere demasiada mano de obra comparado a la agricultura convencional basada en el uso de agroquímicos (Reed 2008).

Ruiz (2015) señala que para <la conservación de la fertilidad del suelo se recomienda realizar un abonamiento mixto (orgánico y químico). Para el cultivo de maíz y así obtener mejores resultados>.

Valarezo (2001) dice que <la materia orgánica contiene casi el 5 % de nitrógeno total, sirviendo de esta manera como un depósito para el nitrógeno de reserva. La materia orgánica también contiene otros elementos esenciales para las plantas tales como: fósforo, magnesio, calcio, azufre y micronutrientes>.

Vivanco (2005) indica que <la materia orgánica, si bien su aplicación en agricultura es milenaria, fue relegada a mediados de este siglo, a causa probablemente de la introducción de los abonos químicos que producían mayores cosechas con un menor costo>.

Leon, Colina y Garcia (2019) en su investigación sobre la aplicación de materia orgánica en la producción del cultivo de maíz, encontraron que la aplicación de materia orgánica, es una alternativa para el aumento del rendimiento del cultivo de maíz, ya que maximizan la producción de grano. El mayor rendimiento del cultivo (13482,15 kg/ha) se presentó aplicando Humus 2000 kg/ha.

## **2.5. Productos**

EM-1 es un inoculante microbiano natural que contiene microorganismos benéficos. EM•1 (Microorganismos Eficaces, por sus siglas en inglés). Es una tecnología que promueve el uso de

microorganismos eficaces para el bienestar de los seres humanos, animales y medio ambiente. Los microorganismos contenidos en el producto, tienen la facultad directa o indirecta de prevenir sustancias que deterioren la vida y el ambiente a través de la generación de sustancias bioactivas. Es una mezcla de microorganismos benéficos que desplazan a los microorganismos patógenos mejorando la calidad del medio en el que son aplicados. Contiene Bacterias Ácido Lácticas  $10^4$ , Bacterias Fototróficas  $10^3$  y Levaduras  $10^3$  (Agearth, 2019).

Humus 27 % es un acondicionador orgánico líquido que se lo puede emplear como enmienda natural para suelos arenosos y arcillosos agotados, vía foliar actúa como estimulante y complejo nutricional, formulado en base de ácidos Húmicos (17%) y Fúlvicos (10 %) provenientes de leonardita (Nerderagro, 2020).

Humus 12,5 % Es un acondicionador orgánico líquido que se lo puede emplear como enmienda natural para suelos arenosos y arcillosos agotados, vía foliar actúa como estimulante y complejo nutricional, formulado en base de ácidos Húmicos (8,5 %) y Fúlvicos (4,0) provenientes de leonardita (Nerderagro, 2020).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

### 3.1. Características del sitio experimental

La presente investigación se realizó en los terrenos de la Finca “ROCHINA”, en el Cantón Simón Bolívar, perteneciente al Sr. Walter Rochina, ubicada en la vía Alfredo Baquerizo Moreno-Simón Bolívar km 18. Las coordenadas UTM son 679311 E y 9778615 N, con una altura de 17 msnm<sup>4</sup>.

La zona tiene un clima tropical, con una temperatura media anual de 24,2 °C, precipitación anual 1 923 mm, humedad relativa de 82 %<sup>5</sup>. El suelo es profundo de textura arcillosa, drenaje y fertilidad regular<sup>6</sup>.

### 3.2. Material de siembra

Se empleó como material de siembra el híbrido de maíz Somma (Ecuaquímica), cuyas características agronómicas son<sup>7</sup>:

Ciclo vegetativo:	Triple
Tipo de híbrido:	125 días
Días a la floración:	50 – 54 días
Altura de la planta:	2,60 m
Altura de inserción de la mazorca:	1,12 m
Longitud de la mazorca:	17,8 cm
Número de hileras por mazorca:	14 – 18
Acame de raíz y tallo:	Resistente
Tolera enfermedades como:	Curvularia, Mancha de asfalto, Cinta roja
Color de grano:	Amarillo anaranjado
Rendimiento:	8560 kg/ha

### 3.3. Variables Estudiadas

<sup>4</sup> Fuente: Datos tomados de anuario Instituto Geográfico Militar, 2018.

<sup>5</sup> Fuente: Datos obtenidos de la estación Meteorológica INAHMI-Milagro, 2017.

<sup>6</sup> Fuente: Mapa de suelos SECS, 2017

<sup>7</sup> Fuente: [www.ecuquimica.com](http://www.ecuquimica.com)



Variable dependiente: Manejo del cultivo de maíz.

Variable independiente: Dosis de humus líquido y microorganismos eficientes.

### 3.4. Métodos

Para realizar la presente investigación se utilizó los métodos Inductivo-Deductivo, Deductivo-Inductivo y Experimental.

### 3.5. Tratamientos

Cuadro 1. Tratamientos a estudiarse. Simón Bolívar, 2020.

Tratamiento	Dosis- concentración L/ha	Época de aplicación d.d.s**
B1	1,0 Humus 12,5 % + 1,0 EM	0
B2	1,0 Humus 12,5 % + 1,5 EM	0
B3	1,0 Humus 12,5 % + 2,5 EM	0
B4	2,0 Humus 12,5 % + 1,0 EM	0
B5	2,0 Humus 12,5 % + 1,5 EM	0
B6	2,0 Humus 12,5 % + 2,5 EM	0
B7	1,0 Humus 27,0 % + 1,0 EM	0
B8	1,0 Humus 27,0 % + 1,5 EM	0
B9	1,0 Humus 27,0 % + 2,5 EM	0
B10	2,0 Humus 27,0 % + 1,0 EM	0
B11	2,0 Humus 27,0 % + 1,5 EM	0
B12	2,0 Humus 27,0 % + 2,5 EM	0
B13	Testigo	

\* EM: Microorganismos eficientes

\*\*d.d.s: Días después de la siembra

### 3.6. Diseño experimental y análisis funcional

De acuerdo con los tratamientos planteados en el presente trabajo experimental se utilizó el diseño experimental "Bloques al azar" con 13 tratamientos y 3 repeticiones.

Las variables evaluadas serán sometidas al análisis de variancia y para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, se aplicará la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

El análisis de varianza se desarrollará bajo el siguiente esquema:

<b>Fuente de variación</b>		<b>Grados de libertad</b>
Repetición	:	2
Tratamiento	:	12
Error experimental	:	24
Total	:	38

### 2.7.1. Características del área experimental

<b>Descripción</b>	<b>Dimensión</b>
Ancho de parcela	: 4,0 m
Longitud de parcela	: 5,0 m
Área de la parcela	: 20,0 m <sup>2</sup>
Área total del experimento	: 820 m <sup>2</sup>

### 3.7. Manejo del Ensayo.

En el presente trabajo se efectuaron todas las practicas y labores agrícolas que el cultivo requirió para su normal desarrollo.

#### 3.7.1 Preparación del terreno

Se realizó mediante un pase de romplow y dos pasas de rastra en sentido cruzado, con el fin de asegurar una buena germinación de las semillas.

#### 3.7.2 Siembra

Se realizó de forma manual con la ayuda de un espeque, usando un distanciamiento de siembra de 0,80 m. entre hileras y 0,20 m. entre plantas,

colocando una semilla por sitio. Antes de la siembra las semillas fueron tratadas con Thiodicarb, en dosis de 250 cc/15 kg de semilla.

### **3.7.3 Control de malezas**

Para el control de malezas de hoja ancha y ciperáceas se aplicó en preemergencia, antes de la siembra, con Glifosato (Arrasador) + Amina (Solamina 720) en dosis de 1,5 + 1,5 l/ha. Posteriormente en post emergencia a los 17 días después de la siembra se utilizó Nicosulfuron (Nikosam) + Atrazina (Atrasol) en dosis de 40 g + 2,0 kg/ha. A los 36 días se empleó Paraquat (Cerillo) en dosis de 2,0 l/ha.

### **3.7.4 Control fitosanitario**

El control fitosanitario se realizó para controlar Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y Pulgón, por lo cual se utilizó Methomyl (Methomex) a los 12 días después de la siembra en dosis de 150 g/ha; luego a los 25 y 35 días se utilizó Methomyl (Methomex) + Lufenurum (Gusanol), en dosis de 150 g + 400 cc/ha en cada aplicación. A los 45 días se aplicó Emamectin benzoate (Affirm) para el control de pulgón en dosis de 150 kg/ha.

Para el control de enfermedades en especial mancha de asfalto se aplicó a los 50 días después de la siembra Azoxystrobina + Difenconazole (Amistap Top) 0,35 l/ha.

### **3.7.5 Riego**

La investigación se realizó en época seca por lo que se aplicó riego por gravedad, cada 7 días, por el lapso de 2 horas diarias, para suplir los requerimientos hídricos del cultivo de 800 mm.

### **3.7.6 Fertilización**

El programa de fertilización estuvo basado en niveles de rendimiento según escalas del IPNI (8000 kg/ha) (160 kg/ha N, 54 kg/ha P, 120 kg/ha K, 36 kg/ha S). Para el efecto la aplicación se realizó a los 0, 25 y 35 días después de la siembra.

La fertilización convencional fue realizada aplicando el Fósforo y Potasio al momento de la siembra, mientras el Nitrógeno a los 25 y 35 días después de la siembra. Como productos comerciales se utilizó Urea 46 %N; Súper fosfato triple 46 %P<sub>205</sub> y Muriato de Potasio 60 % K<sub>2</sub>O.

Los tratamientos con ácidos húmicos y microorganismos eficientes fueron aplicados en drench al momento de la siembra con una bomba de mochila. Para compensar la deficiencia de algún microelemento se aplicó Evergreen 1,0 l/ha (25 días después de la siembra), Metalosate Zinc 3,0 l/ha + Metalosate Boro 0,3 l/ha (35 días después de la siembra).

### **3.7.7 Cosecha**

La cosecha se realizó en cada una de las unidades experimentales de forma manual, esto sucedió cuando los granos alcanzaron un color amarillo anaranjado.

## **3.8. Datos Evaluados**

### **3.8.1 Altura de planta**

Se evaluó con un flexómetro a la cosecha, en 10 plantas al azar por tratamiento. Esta se registró desde el nivel del suelo hasta la última hoja emergida, fue expresada en metros.

### **3.8.2 Altura de inserción de mazorcas**

Esta variable fue colectada en 10 plantas al azar por cada tratamiento, midiendo desde el nivel del suelo hasta la base del pedúnculo de la primera mazorca comercial, anotando en centímetros, usando una cinta flexible.

### **3.8.3 Días a floración**

Fue desde el inicio de la siembra hasta cuando el cultivo tuvo el 50 % de inflorescencias masculinas emergidas en cada parcela experimental, se empleó 10 plantas al azar por tratamiento.

### **3.8.4 Días a la maduración**

Para su evaluación se contó el número de días desde el inicio de la siembra hasta cuando el cultivo alcanzó el 95 % de secado de grano, en 10 plantas al azar por cada tratamiento.

### **3.8.5 Diámetro de mazorca**

En 10 mazorcas al azar por cada tratamiento, se tomó el ancho de la mazorca en el tercio media de la misma, se utilizó un calibrador y se expresó en centímetros.

### **3.8.6 Longitud de mazorca**

La longitud de la mazorca se cogió desde la base o pedúnculo hasta la punta de cierre de las chalas (pelos fecundantes), se expresó en centímetros usando una cinta flexible en 10 mazorcas al azar.

### **3.8.7 Peso de 1000 granos**

Se escogió 100 granos por cada tratamiento y se procedió a pesar en una balanza de precisión, colocando dicho registro en gramos.

### **3.9.8 Número de granos por mazorca**

Fue evaluado en 10 mazorcas al azar por tratamiento, contando el número total de granos sanos presentes en las mazorcas y luego se sacó un promedio.

### **3.8.9 Rendimiento de grano**

Se realizó la cosecha de cada unidad experimental y posteriormente se procedió a realizar un ajuste de humedad de grano al 14 %, se expresó en kg/ha con la aplicación de la siguiente fórmula<sup>8</sup>:

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

Dónde:

Ps = Peso seco

Pa = Peso actual

hd = Humedad deseada

ha = Humedad actual

### **3.8.10. Análisis económico**

El rendimiento de grano en kg/ha y los costos de producción, dio los valores para determinar las relaciones de beneficio y utilidad generada de los tratamientos.

## **IV. RESULTADOS**

---

<sup>8</sup> Azcon-Bieto, J., Talon M. (2003). Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ed. McGraw-Hill. España. 625p.

#### 4.1. Altura de planta a la cosecha

Los promedios de altura de planta, se registran en el Cuadro 2. El análisis de variancia reportó alta significancia estadística para los tratamientos evaluados (CV 4,41 %).

El tratamiento 1,0 l/ha Humus 27,0 % + 1,5 l/ha EM alcanzó la mayor altura (2,11 m) siendo estadísticamente superior al resto de tratamientos, reportándose en el testigo el menor promedio (1,97 m).

Cuadro 2. Altura de planta a la cosecha, aplicando concentraciones de humus y microorganismos eficientes (EM) al suelo, en la producción de maíz. Simon Bolivar, 2020.

Tratamiento l/ha	Altura (m)
1,0 Humus 12,5 % + 1,0 EM	2,03 b
1,0 Humus 12,5 % + 1,5 EM	2,05 b
1,0 Humus 12,5 % + 2,5 EM	2,06 b
2,0 Humus 12,5 % + 1,0 EM	2,05 b
2,0 Humus 12,5 % + 1,5 EM	2,04 b
2,0 Humus 12,5 % + 2,5 EM	2,03 b
1,0 Humus 27,0 % + 1,0 EM	2,01 b
1,0 Humus 27,0 % + 1,5 EM	2,11 a
1,0 Humus 27,0 % + 2,5 EM	2,04 b
2,0 Humus 27,0 % + 1,0 EM	2,05 b
2,0 Humus 27,0 % + 1,5 EM	2,04 b
2,0 Humus 27,0 % + 2,5 EM	2,02 b
Testigo	1,97 c
Promedio	2,04
Significancia	**
Coefficiente de variación	4,41

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey 5 %.

\*\* : Altamente significativa

#### 4.2. Altura de inserción de mazorca

En el Cuadro 3, se observan los promedios de altura de inserción de mazorca encontrados. El análisis de variancia detectó significancia estadística para los tratamientos; siendo el coeficiente de variación 4.76%.

El tratamiento 1,0 l/ha Humus 27,0 % + 1,5 l/ha EM alcanzó la mayor altura (1,27 m) siendo estadísticamente superior al resto de tratamientos, reportándose en el testigo el menor promedio (1,15 m).

Cuadro 3. Altura de inserción, aplicando concentraciones de humus y microorganismos eficientes (EM) al suelo, en la producción maíz. Simón Bolívar, 2020.

Tratamiento l/ha	Altura (m)
1,0 Humus 12,5 % + 1,0 EM	1,19 c
1,0 Humus 12,5 % + 1,5 EM	1,19 c
1,0 Humus 12,5 % + 2,5 EM	1,21 b
2,0 Humus 12,5 % + 1,0 EM	1,19 c
2,0 Humus 12,5 % + 1,5 EM	1,20 b
2,0 Humus 12,5 % + 2,5 EM	1,20 b
1,0 Humus 27,0 % + 1,0 EM	1,19 c
1,0 Humus 27,0 % + 1,5 EM	1,27 a
1,0 Humus 27,0 % + 2,5 EM	1,20 b
2,0 Humus 27,0 % + 1,0 EM	1,21 b
2,0 Humus 27,0 % + 1,5 EM	1,20 b
2,0 Humus 27,0 % + 2,5 EM	1,20 b
Testigo	1,15 c
Promedio	1,02
Significancia	**
Coeficiente de variación	4,76

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey 5 %.

\*\* : Altamente significativa

#### 4.3. Días a floración



Los promedios del número de días a la floración tuvieron alta significancia estadística para los tratamientos, con un coeficiente de variación 7,11 % (Cuadro 4).

El tratamiento Testigo alcanzó el mayor tiempo a floración con 58,67 días siendo estadísticamente superior al resto de tratamientos, lográndose en el tratamiento 2,0 l/ha Humus 27,0 % + 1,5 l/ha EM el menor promedio (50,67 días).

Cuadro 4. Días a la floración, aplicando concentraciones de humus y microorganismos eficientes (EM) al suelo, en la producción maíz. Simón Bolívar, 2020.

<b>Tratamiento l/ha</b>	<b>Días</b>
1,0 Humus 12,5 % + 1,0 EM	53,00 b
1,0 Humus 12,5 % + 1,5 EM	52,00 b
1,0 Humus 12,5 % + 2,5 EM	53,33 b
2,0 Humus 12,5 % + 1,0 EM	52,00 b
2,0 Humus 12,5 % + 1,5 EM	51,67 b
2,0 Humus 12,5 % + 2,5 EM	52,33 b
1,0 Humus 27,0 % + 1,0 EM	52,33 b
1,0 Humus 27,0 % + 1,5 EM	51,33 b
1,0 Humus 27,0 % + 2,5 EM	52,67 b
2,0 Humus 27,0 % + 1,0 EM	51,67 b
2,0 Humus 27,0 % + 1,5 EM	50,67 b
2,0 Humus 27,0 % + 2,5 EM	51,33 b
Testigo	58,67 a
Promedio	52,54
Significancia	**
Coeficiente de variación	7,11

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey 5 %.

\*\* : Altamente significativa

#### 4.4. Días a maduración fisiológica

En el Cuadro 5, se aprecian los promedios de días a la cosecha del maíz, encontrados en el ensayo; no se encontró significancia estadística para los tratamientos. El coeficiente de variación fue 0.59%.

El tratamiento 1,0 l/ha Humus 12,5 % + 2,5 l/ha EM alcanzó el mayor número de días (124,00 días), siendo 2,0 l/ha Humus 27,0 % + 1,5 l/ha EM quien presentó el menor promedio (121,33).

Cuadro 5. Días a maduración fisiológica, aplicando concentraciones de humus y microorganismos eficientes (EM) al suelo, en la producción maíz. Simón Bolívar, 2020.

Tratamiento l/ha	Días
1,0 Humus 12,5 % + 1,0 EM	122,67
1,0 Humus 12,5 % + 1,5 EM	122,67
1,0 Humus 12,5 % + 2,5 EM	124,00
2,0 Humus 12,5 % + 1,0 EM	122,67
2,0 Humus 12,5 % + 1,5 EM	122,33
2,0 Humus 12,5 % + 2,5 EM	122,33
1,0 Humus 27,0 % + 1,0 EM	123,33
1,0 Humus 27,0 % + 1,5 EM	122,00
1,0 Humus 27,0 % + 2,5 EM	123,00
2,0 Humus 27,0 % + 1,0 EM	122,33
2,0 Humus 27,0 % + 1,5 EM	121,33
2,0 Humus 27,0 % + 2,5 EM	122,67
Testigo	123,33
Promedio	52,54
Significancia	Ns
Coeficiente de variación	0,59

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey 5 %.

Ns: No significativa

#### 4.5. Diámetro de mazorca

Los datos del diámetro mazorcas, se registran en el Cuadro 6. El análisis de variancia presento alta significancia, con un coeficiente de variación de 2,02 %.

El tratamiento 1,0 l/ha Humus 27,0 % + 1,5 l/ha EM obtuvo el mayor diámetro (4,88 cm) siendo estadísticamente superior al resto de tratamientos, encontrándose en el testigo el menor promedio (4,56 cm).

Cuadro 6. Diámetro de mazorca, aplicando concentraciones de humus y microorganismos eficientes (EM) al suelo, en la producción maíz. Simón Bolívar, 2020.

Tratamiento l/ha	Diámetro (cm)
1,0 Humus 12,5 % + 1,0 EM	4,75 c
1,0 Humus 12,5 % + 1,5 EM	4,72 c
1,0 Humus 12,5 % + 2,5 EM	4,80 b
2,0 Humus 12,5 % + 1,0 EM	4,80 b
2,0 Humus 12,5 % + 1,5 EM	4,76 c
2,0 Humus 12,5 % + 2,5 EM	4,80 b
1,0 Humus 27,0 % + 1,0 EM	4,77 c
1,0 Humus 27,0 % + 1,5 EM	4,88 a
1,0 Humus 27,0 % + 2,5 EM	4,77 c
2,0 Humus 27,0 % + 1,0 EM	4,80 b
2,0 Humus 27,0 % + 1,5 EM	4,82 b
2,0 Humus 27,0 % + 2,5 EM	4,82 b
Testigo	4,56 d
Promedio	4,77
Significancia	**
Coeficiente de variación	2,02

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey 5 %.

\*\* : Altamente significante

#### 4.6. Longitud de mazorca

Los datos del diámetro mazorcas, se registran en el Cuadro 7. El análisis de variancia presento alta significancia, con un coeficiente de variación de 4,96 %.

El tratamiento 1,0 l/ha Humus 27,0 % + 1,5 l/ha EM logró la mayor longitud (18,40 cm) siendo estadísticamente superior al resto de tratamientos, teniendo en el testigo el menor promedio (14,56 cm).

Cuadro 7. Diámetro de mazorca, aplicando concentraciones de humus y microorganismos eficientes (EM) al suelo, en la producción maíz. Simón Bolívar, 2020.

Tratamiento l/ha	Longitud (cm)
1,0 Humus 12,5 % + 1,0 EM	16,80 c
1,0 Humus 12,5 % + 1,5 EM	16,40 c
1,0 Humus 12,5 % + 2,5 EM	16,97 c
2,0 Humus 12,5 % + 1,0 EM	16,43 c
2,0 Humus 12,5 % + 1,5 EM	16,23 c
2,0 Humus 12,5 % + 2,5 EM	17,07 b
1,0 Humus 27,0 % + 1,0 EM	17,23 b
1,0 Humus 27,0 % + 1,5 EM	18,40 a
1,0 Humus 27,0 % + 2,5 EM	17,13 b
2,0 Humus 27,0 % + 1,0 EM	16,70 c
2,0 Humus 27,0 % + 1,5 EM	17,37 b
2,0 Humus 27,0 % + 2,5 EM	16,43 c
Testigo	14,56 d
Promedio	16,75
Significancia	**
Coeficiente de variación	4,96

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey 5 %.

\*\* : Altamente significante

#### 4.7. Peso de 100 granos

Los pesos promedios de 100 granos, se observan en el Cuadro 8. El análisis de variancia detectó alta significancia estadística para los tratamientos; siendo el coeficiente de variación 5,77%.

El tratamiento 1,0 l/ha Humus 27,0 % + 1,5 l/ha EM logró el mayor peso (38,33 g) siendo estadísticamente superior al resto de tratamientos, siendo el testigo el menor promedio (29,67g).

Cuadro 8. Peso de 100 granos, aplicando concentraciones de humus y microorganismos eficientes (EM) al suelo, en la producción maíz. Simón Bolívar, 2020.

Tratamiento l/ha	Peso (g)
1,0 Humus 12,5 % + 1,0 EM	32,00 c
1,0 Humus 12,5 % + 1,5 EM	33,33 c
1,0 Humus 12,5 % + 2,5 EM	34,33 b
2,0 Humus 12,5 % + 1,0 EM	33,67 c
2,0 Humus 12,5 % + 1,5 EM	34,67 b
2,0 Humus 12,5 % + 2,5 EM	33,33 c
1,0 Humus 27,0 % + 1,0 EM	32,67 c
1,0 Humus 27,0 % + 1,5 EM	38,33 a
1,0 Humus 27,0 % + 2,5 EM	33,33 c
2,0 Humus 27,0 % + 1,0 EM	35,00 b
2,0 Humus 27,0 % + 1,5 EM	34,33 b
2,0 Humus 27,0 % + 2,5 EM	34,33 b
Testigo	29,67 d
Promedio	33,77
Significancia	**
Coeficiente de variación	5,77

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey 5 %.

\*\* : Altamente significativa

#### 4.8. Número de granos por mazorca

Los promedios del número de granos por mazorca obtenidos, se presentan en el Cuadro 9. El análisis de variancia dio significancia estadística para los tratamientos; con un coeficiente de variación de 6,51 %.

El tratamiento 1,0 l/ha Humus 27,0 % + 1,5 l/ha EM tuvo el mayor número (601,17 granos) siendo estadísticamente superior al resto de tratamientos, siendo el testigo quien registró el menor promedio (386,20 granos).

Cuadro 9. Número de granos por mazorca, aplicando concentraciones de humus y microorganismos eficientes (EM) al suelo, en la producción maíz. Simón Bolívar, 2020.

Tratamiento l/ha	Peso (g)
1,0 Humus 12,5 % + 1,0 EM	549,60 b
1,0 Humus 12,5 % + 1,5 EM	545,00 b
1,0 Humus 12,5 % + 2,5 EM	526,23 c
2,0 Humus 12,5 % + 1,0 EM	533,10 c
2,0 Humus 12,5 % + 1,5 EM	546,20 b
2,0 Humus 12,5 % + 2,5 EM	543,97 b
1,0 Humus 27,0 % + 1,0 EM	532,57 c
1,0 Humus 27,0 % + 1,5 EM	601,17 a
1,0 Humus 27,0 % + 2,5 EM	534,97 c
2,0 Humus 27,0 % + 1,0 EM	541,07 b
2,0 Humus 27,0 % + 1,5 EM	534,53 c
2,0 Humus 27,0 % + 2,5 EM	526,43 c
Testigo	386,20 d
Promedio	530,85
Significancia	**
Coeficiente de variación	6,51

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey 5 %.

\*\* : Altamente significativa

#### 4.9. Rendimiento de grano

En el Cuadro 10, se registran los datos del rendimiento de grano. Realizado el análisis de variancia se detectó significancia estadística para los tratamientos; siendo el coeficiente de variación 10,91%

El tratamiento 1,0 l/ha Humus 27,0 % + 1,5 l/ha EM tuvo el mayor rendimiento (9577,96 kg/ha) siendo estadísticamente superior al resto de tratamientos, siendo el testigo quien registró el menor promedio (5442,20 kg/ha).

Cuadro 10. Rendimiento por hectárea, aplicando concentraciones de humus y microorganismos eficientes (EM) al suelo, en la producción maíz. Simón Bolívar, 2020.

Tratamiento l/ha	Peso (g)
1,0 Humus 12,5 % + 1,0 EM	6265,44 c
1,0 Humus 12,5 % + 1,5 EM	6471,88 c
1,0 Humus 12,5 % + 2,5 EM	6436,49 c
2,0 Humus 12,5 % + 1,0 EM	6926,69 bc
2,0 Humus 12,5 % + 1,5 EM	7307,70 b
2,0 Humus 12,5 % + 2,5 EM	6997,90 bc
1,0 Humus 27,0 % + 1,0 EM	7230,70 b
1,0 Humus 27,0 % + 1,5 EM	9577,96 a
1,0 Humus 27,0 % + 2,5 EM	7411,52 b
2,0 Humus 27,0 % + 1,0 EM	7308,63 b
2,0 Humus 27,0 % + 1,5 EM	7082,85 b
2,0 Humus 27,0 % + 2,5 EM	6975,52 bc
Testigo	5442,20 d
Promedio	7033,50
Significancia	**
Coeficiente de variación	10,91

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey 5 %.

\*\* : Altamente significativa

#### 4.10. Análisis Económico

El análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de los tratamientos, se presentan en el Cuadro 11.

El tratamiento 1,0 l/ha Humus 27,0 % + 1,5 l/ha EM genero la mayor utilidad con \$1498,74, siendo el testigo quien tuvo el menor ingreso \$381,54.

Cuadro 11. Análisis económico por hectárea, aplicando concentraciones de humus y microorganismos eficientes (EM) al suelo, en la producción maíz. Simón Bolívar, 2020.

Tratamientos	kg/ha	Ingresos	Costo Produccion	Costo Foliar	Costos cosecha	Costo Total	Utilidad	B/C
1,0 Humus 12,5 % + 1,0 EM	6265,44	1861,02	1115,21	13,50	137,85	1266,57	594,46	1,47
1,0 Humus 12,5 % + 1,5 EM	6471,88	1922,34	1115,21	16,25	142,40	1273,86	648,48	1,51
1,0 Humus 12,5 % + 2,5 EM	6436,49	1911,83	1115,21	21,75	141,62	1278,58	633,25	1,50
2,0 Humus 12,5 % + 1,0 EM	6926,69	2057,43	1115,21	21,50	152,40	1289,11	768,32	1,60
2,0 Humus 12,5 % + 1,5 EM	7307,70	2170,60	1115,21	24,25	160,79	1300,25	870,36	1,67
2,0 Humus 12,5 % + 2,5 EM	6997,90	2078,59	1115,21	29,75	153,97	1298,93	779,65	1,60
1,0 Humus 27,0 % + 1,0 EM	7230,70	2147,73	1115,21	17,50	159,09	1291,80	855,93	1,66
1,0 Humus 27,0 % + 1,5 EM	9577,96	2844,94	1115,21	20,25	210,74	1346,20	1498,74	2,11
1,0 Humus 27,0 % + 2,5 EM	7411,52	2201,44	1115,21	25,75	163,07	1304,03	897,41	1,69
2,0 Humus 27,0 % + 1,0 EM	7308,63	2170,88	1115,21	29,50	160,81	1305,52	865,36	1,66
2,0 Humus 27,0 % + 1,5 EM	7082,85	2103,82	1115,21	32,25	155,84	1303,30	800,51	1,61
2,0 Humus 27,0 % + 2,5 EM	6975,52	2071,94	1115,21	37,75	153,48	1306,44	765,50	1,59
Testigo	5442,21	1616,50	1115,21	0,00	119,74	1234,95	381,54	1,31



## V. CONCLUSIONES

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

1. En días a cosecha no se encontró diferencias para ningunos de los tratamientos.
2. El tratamiento 1,0 l/ha Humus 27,0 % + 1,5 l/ha EM fue superior estadísticamente en las variables: altura de plantas, altura de inserción, diámetro de mazorca, longitud de mazorca, peso de grano y número de granos.
3. El mayor rendimiento se logró en el tratamiento 1,0 l/ha Humus 27,0 % + 1,5 l/ha EM (9577,96 kg/ha).
4. El tratamiento 1,0 l/ha Humus 27,0 % + 1,5 l/ha EM tuvo la mayor utilidad y beneficio Neto (\$ 1498,74 y 2,11).
5. Económicamente todos los tratamientos fueron mayores al testigo.

## VI. RECOMENDACIONES

En base a estas conclusiones se recomienda:

1. Emplear en la producción de maíz 1,0 l/ha Humus 27,0 % + 1,5 l/ha EM para generar un aumento en el rendimiento de grano.
2. Utilizar en la zona el híbrido de maíz Somma por su adecuado comportamiento en campo.
3. Disminuir la carga química de aplicaciones foliares en el cultivo con el objetivo de reducir costos de producción
4. Empezar ensayos de producción con nuevos productos, con diferentes genotipos comerciales de maíz, diversas formas de manejo agronómico y en otras zonas agroecológicas.

## VII. RESUMEN

La investigación fue realizada en los predios de la finca "ROCHINA", en el cantón Simon Bolivar, en la provincia del Guayas. Se investigó el híbrido de maíz "Somma", empleando dos fuentes de humus líquidos y micrororganismos eficientes, en tres repeticiones. El objetivo del trabajo fue evaluar la aplicación de concentraciones de humus líquido y microorganismos eficientes (EM) al suelo. La siembra de maíz se hizo manualmente en parcelas experimentales de 20 m<sup>2</sup>. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño bloques completos al azar. La ANOVA determinó la significancia estadística y evaluación de medias se realizó con la prueba de significancia de Tukey al 5 %. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, altura de inserción, días a floración, días a cosecha, diámetro de mazorcas, longitud de mazorcas, peso de grano, rendimiento por hectárea y análisis económico. Los resultados muestran que el tratamiento 1,0 l/ha Humus 27,0 % + 1,5 l/ha EM presentó mayores promedios en las variables: altura de plantas, altura de inserción, diámetro de mazorca, longitud de mazorca, peso de grano y número de granos. El mayor rendimiento se logró en el tratamiento 1,0 l/ha Humus 27,0 % + 1,5 l/ha EM (9577,96 kg/ha). Además, el tratamiento 1,0 l/ha Humus 27,0 % + 1,5 l/ha EM tuvo la mayor utilidad y beneficio Neto (\$ 1498,74 y 2,11).

**Palabras claves:** Maíz, Suelo, Microorganismos, Concentración

## VIII. SUMMARY

The research was carried out on the premises of the “ROCHINA” farm, in the Simon Bolivar canton, in the province of Guayas. The “Somma” maize hybrid was investigated, using two sources of liquid humus and efficient micro-organisms, in three replications. The objective of the work was to evaluate the application of concentrations of liquid humus and efficient microorganisms (EM) to the soil. Corn sowing was done manually in 20 m<sup>2</sup> experimental plots. Treatments were distributed in a complete randomized block design. The ANOVA determined the statistical significance and evaluation of means was performed with the Tukey significance test at 5%. The variables evaluated were: plant height, insertion height, days to flowering, days to harvest, ears diameter, ears length, grain weight, yield per hectare and economic analysis. The results show that the treatment 1.0 l / ha Humus 27.0% + 1.5 l / ha ME presented higher averages in the variables: plant height, insertion height, ear diameter, ear length, weight of grain and number of grains. The highest yield was achieved in the treatment 1.0 l / ha Humus 27.0% + 1.5 l / ha ME (9577.96 kg / ha). In addition, treatment 1.0 l / ha Humus 27.0% + 1.5 l / ha ME had the highest net benefit and benefit (\$ 1,498.74 and 2.11).

**Key words:** Corn, Soil, Microorganisms, Concentration

## IX. LITERATURA CITADA

- Acevedo, I. C., Pires, R. 2004. Efectos del lombricompost como. Interciencia enmienda de un sustrato para el crecimiento del lechoso (carica papaya), 274-279.
- Agearth. 2019. Catalogo de productos. Disponible en: <https://www.agearthecuador.org/portfolio-type/em-1-2/>. Consultado 10-06-2020.
- Agroptima. 2018. El cultivo de maíz. Disponible en <https://www.agroptima.com/blog/cultivo-del-maiz/>. Consultado: 15-05-2020.
- AGRIPAC, 2009. Materia Organica Funcional. Revista Agripac Directo, Divulgativa. 4(12):15-17.
- Cordova, M. 2011. Efecto de dos fuentes de materia orgánica como complemento a la fertilización química. Tesis Ingeniero Agropecuario Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 70p.
- Coronado, C. 1997. Los bioabonos: elaboración y usos. Editorial UNAR. Buenos Aires: UTHEA. 125p.
- Cooke, G. 2002. Fertilización para rendimientos máximos. Compañía Editorial Continental. 3 ed. S.A de CV MÉXICO p. 63.
- ECUAQUIMICA, 2009. Humus de lombriz líquido (en línea). .consultado 02 marzo 2020. Disponible en. <http://www.ecuaquimica.com.ec>
- Ecoagricultor. 2018. El cultivo del maíz. Disponible en <https://www.ecoagricultor.com/el-cultivo-del-maiz/>. Consultado: 15-04-2020.
- El productor. 2018. Cultivo de maíz. Disponible en <https://elproductor.com/articulos-tecnicos/articulos-tecnicosagricolas/manejo-del-cultivo-de-maiz/>. Consultado: 15-05-2020.
- EkoSTAR. 2018. Bokashi. España, ES, s.e. Consultado 16 jun. 2020. Disponible en: <http://64.233.187.104/search?q=cachedfb0w6qunC0J:www.ekostar>.

com/html/es/natu/bokashi/que/em.htm+bokashi+como+abono+organico&hl=es

- FUNDASES. 2005. Microorganismos benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenible. Fundación de Asesorías para el Sector Rural. Consultado 27 de mayo. 2020. Disponible en: <http://www.fundases.org/p/pub-micro15.html>).
- Gomez, R. 2010. Respuesta de la coliflor (*Brassica oleracea*, var. Botritis) a la aplicación de tres fuentes y cuatro niveles de abonos, Ibarra. Tesis Ingeniera Agropecuaria, Universidad Técnica del Norte. Ecuador. 120p.
- Gros, A., Domínguez, A. 2004. Abonos guía práctica de la Fertilización. 12va edición. Ediciones Mund - prensa. Madrid. 450 p.
- Higa, T. 2002. Una Revolución para Salvar la Tierra—Traducción Ma. Del Mar Riera. EM 3. Research Organization. Okinawa. Japón. 352 p.
- INIAP. 2012. Procedimientos para la elaboración de abonos. Quevedo: Iniap Estacion Experimental Pichilingue. 40p.
- Játiva, M. 2001. Revista Cultivos Controlados Internacionales, FLOR Y FLOR, Ecuador. 3(6):27.
- Lazcano, C. 2014. Abonaduras Organicas: Usos y beneficios. Revista Agricultura Mexicana. 24(3): 34-37.
- Leon, O., Colina, E., Garcia, G. 2019. Incorporación de materia orgánica y su efecto en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en Babahoyo. Memorias VII Congreso REDU 2019. Urcuqui, Imbabura. Ecuador. 120p.
- Mauz. 2006. Los abonos organicos y su manejo. Disponible en. [dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1279/1/17T0942.pdf](https://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1279/1/17T0942.pdf). Consultado: 15-04-2020.
- Megia, M. 2001. Agricultura Ecologica. Terranova Editores (Segunda ed.). Bogota, Colombia. 145p.
- Navarro Pedreño, J. 2005. Estudio de los efectos de la salinidad y de la adición al suelo de residuos orgánicos en plantas de arroz. Tesis Doctoral. Facultad de ciencias. Universidad de Madrid. España. 200p.

- Nederagro. 2020. Catalogo de productos agricolas. Pdf. Disponible en [www.nerderagro.com](http://www.nerderagro.com). Consultado 20-05-2020.
- Paniagua, j. 2008. Manejo ecológico del suelo. Reproducción de microorganismos de montaña – MM. Serie Agroecología A2 – 02 disponible en: <https://cooperativa.ecoxarxes.cat/file/download/228133>. Consultado: 24-05-2020
- Rendón, V. 2010. Manual de horticultura urbana. Gobierno Provincial de Los Ríos. Imprenta Malena, Babahoyo-Ecuador. pp 12-67.
- Reed, P. 2008. Agricultura Organica. Montevideo, Pennsylvania: The Rodale Institute, Universidad Estatal de Pensilvania. 150p.
- Rea, F. 2012. Respuesta del cultivo de col (*Brassica oleracea*) a la aplicación de tres tipos de abonadura orgánica en la zona de Otavalo, provincia del Carchi. Tesis de Ingeniero Agronomo, Universidad Tecnica de Babahoyo. 80p.
- Ruiz, C. 2015. Manejo tecnificado del cultivo de maiz en la sierra. Cajamarca, Peru. Stampa Grafica. 130p.
- Suquilanda, M. 2003. Manual de los cultivos de hortalizas orgánicas Universidad Central de Quito. Ediciones Universitarias. 220p.
- Tapia, L., Larios, A., Hernandez, A., Diaz, T., Muñoz, J. 2013. Fertilización orgánica y química del cultivo de maíz (*Zea mays*) de temporal en michoacán. *Agrofaz*. 7(3):14-26.
- Urquiaga, R. 2002. Abonos orgánicos. Consultado 28-05-2020. Disponible en <http://www.infojardin.com>
- Valarezo, J. 2001. Manual de Fertilidad de Suelos. Universidad Nacional de Loja. Editrila Universitaria. Loja, Ecuador. 160p.
- Vivanco, F. 2005. Elaboración de EM Bokashi y su evaluación en el cultivar maíz, bajo riego. Universidad Nacional de Loja. Departamento de Agropecuaria y Recursos Naturales. Editorial Universitaria. 140p.
- Viven, C. 2009. El manejo de la material organica y sus usos agricolas.. Obtenido de [http://blog.clementeviven.com/?page\\_id=32](http://blog.clementeviven.com/?page_id=32). 12 de Febrero de 2009)

Yanjos, B. 2010. Elaboracion de humus. Disponible en <https://www.buenastareas.com/ensayos/Elabracion-De-Aboneras/822010.html>. Consultado 29-05-2020.



# APENDICES

ANEXO 13. Costos de producción

**COSTOS DE PRODUCCION DE MAIZ**

Rubros	Producto	Unidad	Unidades	Usd/Unitario	2020
					Usd/ha
Preparación del Suelo	Tractor	ha	4	30	120
Semilla	Semilla	saco	1	190	190
Siembra	maiz	ha	1	55	55
Fertilizacion					
	Urea	saco	6	24	144
	DAP	saco	2	26	52
	Sulfato de amonio	saco	2	16	32
	Muriato	saco	3	28	84
Insecticidas					
	Metomil	100 g	3	15	45
	Spinetoram	100 cc	1,5	15	22,5
	Lufenuron	l	0,4	28	11,2
	Emamectina	g	0,2	190	38
Herbicidas					
	Pendimetalin	l	2	6	12
	Glifosato	l	2	5,5	11
	Amina	l	2	4	8
	Atrazina	l	1	6,25	6,25
	Nicosulfuron	16g	2	3,5	7
	Paraquat	l	1	6	6
Fertilizantes					
	Evergreen	l	1	24	24
	Metalosato boro	l	0,3	15	4,5
	Metalosato zinc	l	0,3	15	4,5
Fungicidas					
	Amistar Top	l	0,35	128	44,8
<b>TOTAL</b>					<b>921,75</b>
Deshierba Manual		Jornal	4	12	<b>48,0</b>
<b>Total Costos Directos</b>					<b>969,8</b>
Financieros		5%			48,49

Administración		10%			96,98
<b>Total Costos Indirectos</b>					<b>145,5</b>
<b>Costo Total/ha</b>					<b>1115,2</b>

### IMAGENES DEL ENSAYO



Fig 1. Aplicación de herbicidas



Fig 2. Alineado del terreno experimental



Fig 3. Siembra



Fig 4. Aplicación de tratamientos



Fig 5. Control de plagas



Fig 6. Fertilización del cultivo



Fig 7. Visita del tutor de titulación



Fig 8. Evaluación de altura de planta



Fig. 9. Visita de Coordinador de titulación Agropecuaria



Fig 10. Diferencias del tamaño de mazorcas

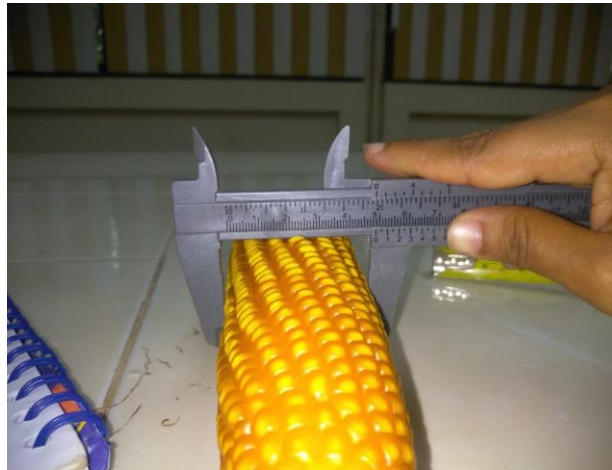


Fig 11. Evaluación del diámetro de la mazorca



Fig 12. Longitud de la mazorca





Fig 13. Evaluación del rendimiento