



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



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo directivo, como  
requisito previo a la obtención de Título de:

**INGENIERA AGROPECUARIA**

**TEMA:**

“Eficiencia agronómica de cinco programas de fertilización combinados con materia orgánica, sobre el rendimiento del cultivo de maíz, en la zona de Milagro”.

**AUTORA:**

Karla Geovanna Martínez Meza

**TUTOR:**

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, Mg.Sc.

**BABAHOYO - LOS RÍOS- ECUADOR**

2019

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación se lo dedico primordialmente a Dios y a mis Padres Gonzalo Martínez y Guadalupe Meza, que siempre han estado en los buenos y malos momentos de mi vida. Esto para poder lograr la meta por la cual he luchado por mucho tiempo.

A mi hermano Gonzalo Martínez Meza, que siempre estuvo presente y me ayudo para que se posible el objetivo y podre terminar mis estudios superiores

Gracias por el apoyo incondicional brindado.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por mantenerme firme con aslud, vida, fuerza y para no desvanecer en el intento.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, por haberme instruido profesionalmente.

A mis padres Gonzalo y Guadalupe por haberme dado la vida y llegar a hacer este sueño realidad.

A mi tutor Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete Mg. Sc. por ayudarme en el presente trabajo.

A los miembros de mi tribunal de sustentación Ing. Agr. Victoria Rendon, Luis Sánchez y Emilio Ramírez por sus experiencias y fortalecimiento del trabajo presentado.

A mi hermano por ser la única persona que estuvo siempre apoyándome en todo lo que hice en esta investigación.

A los docentes de la escuela de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias agropecuarias y de manera especial a su Coordinador Ing. Agr. Tito Bohórquez Barros.

A todos y cada uno, que de una u otra manera mostraron su apoyo durante este camino.

## INDICE DE CONTENIDO

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivos .....	3
1.1.1. Objetivo General .....	3
1.1.2. Objetivos Específicos .....	3
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
2.1. Cultivo de maíz.....	4
2.2. Materia Orgánica .....	5
2.3. Fertilización en maíz.....	8
2.4. Productos .....	13
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
3.1. Ubicación y Descripción del campo experimental.....	15
3.2. Material de Siembra .....	15
3.3. Métodos.....	15
En el presente trabajo se utilizaron los métodos: inductivo-Deductivo, Deductivo-Inductivo y Experimental. ....	15
3.4. Tratamientos .....	16
3.4. Diseño Experimental.....	16
3.5. Manejo de ensayo .....	17
3.5.1. Análisis de suelo .....	17
3.5.2. Preparación de suelos .....	17
3.5.3. Siembra.....	17
3.5.4. Control de malezas .....	17
3.5.5. Control de insectos y enfermedades .....	18
3.5.6. Riego .....	18
3.5.7. Fertilización – abonamiento.....	18
3.5.8. Cosecha.....	18
3.6. Datos Evaluados .....	18

3.6.1. Altura de planta.....	19
3.6.2. Altura de inserción a la primera mazorca .....	19
3.6.3. Días floración.....	19
3.6.4. Días cosecha.....	19
3.6.5. Longitud de mazorca .....	19
3.6.6. Diámetro de mazorca.....	19
Se tomará 10 mazorcas al azar en cada subparcela experimental, se medirá el diámetro en el tercio medio de la mazorca, su promedio se expresará en centímetros. ....	19
3.6.7. Relación grano - tuza.....	19
3.6.8. Peso de 100 granos .....	20
3.6.9 Rendimiento por hectárea .....	20
3.6.10. Análisis económico .....	20
3.6.11. Eficiencia agronómica por programa.....	20
Estuvo basado en la cantidad de nutrientes necesarios para producir una tonelada de producto final con relación al testigo no tratado. Se estimó con la ecuación: .....	20
<b>EA = (R – R0)D .....</b>	<b>20</b>
Dónde: .....	21
EA = Eficiencia agronómica.....	21
R= Rendimiento de la porción cosechada del cultivo con el nutriente .....	21
R0= Rendimiento de la porción cosechada del cultivo sin el nutriente .....	21
D= Cantidad del nutriente aplicada.....	21
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>22</b>
4.1. Altura de planta.....	22
4.2. Altura de Inserción de mazorca .....	22
4.3. Días floración .....	23
4.4. Días cosecha .....	24
4.5. Longitud de mazorca.....	25
4.6. Diámetro de mazorca. ....	25
4.7. Peso de 100 granos.....	26
4.8. Rendimiento por hectárea.....	27

4.9. Relación Grano-Tusa .....	28
4.10. Eficiencia Agronómica.....	29
4.11. Análisis económico .....	30
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>33</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>34</b>
<b>VII. RESUMEN .....</b>	<b>35</b>
<b>VIII. SUMMARY .....</b>	<b>36</b>
<b>IX. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>37</b>

## Índice de Cuadros

<b>Cuadro 3. Altura de planta y altura de inserción con la aplicación de materia orgánica y fertilización química en el cultivo de maíz, Milagro, 2019.</b> .....	23
<b>Cuadro 4. Días a floración y días a cosecha con la aplicación de materia orgánica y fertilización química en el cultivo de maíz, Milagro, 2019.</b> .....	24
<b>Cuadro 5. Longitud de mazorca y diámetro de mazorcas con la aplicación de materia orgánica y fertilización química en el cultivo de maíz, Milagro, 2019.</b> .....	26
<b>Cuadro 6. Peso de grano y rendimiento por hectárea con la aplicación de materia orgánica y fertilización química en el cultivo de maíz, Milagro, 2019.</b> .....	28
<b>Cuadro 7. Relación Grano-Tusa con la aplicación de materia orgánica y fertilización química en el cultivo de maíz, Milagro, 2019.</b> .....	29
<b>Cuadro 8. Eficiencia agronómica con la aplicación de materia orgánica y fertilización química en el cultivo de maíz, Milagro, 2019.</b> .....	30
<b>Cuadro 9. Costos fijos por hectárea con la aplicación de materia orgánica y fertilización química en el cultivo de maíz, Milagro, 2019.</b> .....	31
<b>Cuadro 12. Análisis económico con la aplicación de materia orgánica y fertilización química en el cultivo de maíz, Milagro, 2019.</b> .....	32

## Índice de figuras.

<b>Figura 2. Preparación del terreno</b> .....	42
<b>Figura 3. Separación de parcelas</b> .....	42
<b>Figura 4. Control de malezas</b> .....	43
<b>Figura 5. Siembra</b> .....	43
<b>Figura 6.Fertilización inicial</b> .....	44
<b>Figura 9. Riego por aspersión</b> .....	45
<b>Figura 10. Medición de altura de planta</b> .....	46
<b>Figura 11. Vista del cultivo</b> .....	46



## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz según datos se originó hace casi 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. El centro de dispersión más posiblemente sea la India, país donde se cultivó por primera vez el maíz debido a que en ella abundaban los maíces silvestres. Sin embargo, es en México donde se desarrolló en mayor escala el cultivo, desde las tierras bajas a las altas.

El maíz (*Zea mays*) es uno de los productos con mayor trascendencia en el país y debido a que constituye uno de los alimentos elemental de nuestro pueblo, actualmente se siembran aproximadamente 320 000 ha al año bajo condiciones de secano (lluvias) y de riego; con un promedio de productividad de 5,9 t/ha de grano, valor considerado bajo; comparado con otros países de la región. La mayor área de siembra de esta gramínea se realiza en las provincias de Los Ríos, Manabí y Guayas con alrededor del 72 % de la producción total del país<sup>1</sup>.

En el Ecuador para el cultivo de maíz uno de los problemas más críticos es la deficiencia del nitrógeno y de materia orgánica de los suelos de cultivo. El uso generalizado de fertilizantes artificiales tipo urea, como fuente de nitrógeno, si bien está sosteniendo la labor maicera, por otro lado, provoca problemas medioambientales, incluyendo apelmazamiento del terreno, cambios de la actividad microbiológica y química del suelo y contaminación del agua. Esta situación se torna todavía más crítica cuando las preferencias del mercado apuntan actualmente a los productos agrícolas orgánicos<sup>2</sup>.

La regulación de esta problemática es importante ya que los fertilizantes son el rubro más costoso dentro de la producción agrícola, ya que es difícil sostener los niveles de producción sin la aplicación de estos.

La aplicación de nutrientes sobre los suelos es de vital importancia en los métodos de producción modernos de cultivos. El contenido de estos elementos es fundamental ya que muchos de ellos son claves en el desarrollo de tejidos específicos, variando mucho en cada

---

<sup>1</sup>Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca-MAGAP. SINAGAP.2012

<sup>2</sup> Fuente: Agripac Directo. [www.agripac.com](http://www.agripac.com)

uno de los suelos debido principalmente a las condiciones climáticas, prácticas de cultivos, rotación de las cosechas y residuos de cosechas

Un conocimiento más preciso del contenido de materia orgánica y de su calidad, así como de las comunidades microbianas del suelo, podría contribuir en la formulación de mejores modelos técnicos de manejo de las plantaciones de maíz. Además, el conocimiento de diversos parámetros fisicoquímicos y bioquímicos nos permitirá evaluar y caracterizar los microorganismos presentes en el suelo, y nos proporcionará una herramienta para correlacionar estas propiedades con la fertilidad del suelo, y asimismo, con la calidad y productividad del cultivo.

La cantidad y calidad de materia orgánica del suelo permite hacer inferencias acerca de su fertilidad, así también, para enmiendas orgánicas, podemos evaluar la calidad y cantidad de materia orgánica que se incorpora al suelo en el momento de utilizarlas en un suelo determinado (Sarmiento y Bottner 2002).

La MOS contiene C, H, O, N, P, y S como principales constituyentes, y actualmente es difícil medir el contenido total de MOS. Los métodos analíticos que se emplean para determinar el contenido de carbono orgánico del suelo (COS), estiman la MOS a través de un factor de conversión. El porcentaje de materia orgánica del suelo es una medida de la cantidad de restos vegetales y animales descompuestos (García 2005).

La no utilización de elementos en el cultivo de maíz puede influir directamente sobre la emergencia de inflorescencias y en especial sobre la formación de las mazorcas, lo cual repercutirá sobre la producción general del cultivo, afectando la rentabilidad de este.

En la actualidad con varios problemas en el mundo como el climático entre otros, la agricultura no queda atrás, por este motivo mantener la difusión por medio de las identidades encargadas de la generación tecnológica es esencial en la producción maíz.

Una de las formas tradicionales para mejorar el contenido de materia orgánica en suelos es adicionándole estiércol y residuos de vegetales en la superficie. La aplicación de residuos vegetales sobre la superficie de los suelos o la incorporación de estos en los

primeros 15-20 cm del suelo, son prácticas usadas en el trópico para aprovechar los efectos de la materia orgánica sobre los suelos.

Por lo tanto, es necesario conocer si la aplicación de fertilización en combinación con materia orgánica en la producción de maíz cambia la manera de manejo del cultivo.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo General**

Evaluar la eficiencia agronómica del cultivo de maíz con la aplicación de cinco programas de fertilización más materia orgánica en suelos Entisoles del cantón Milagro.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

- a. Determinar el comportamiento del cultivo de maíz a la aplicación de los tratamientos.
- b. Establecer el programa más adecuado, que eleve el rendimiento de grano y la eficiencia agronómica de la aplicación de nutrientes.
- c. Analizar económicamente los tratamientos

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Cultivo de maíz

El maíz es uno de los cereales utilizados por el hombre desde épocas remotas y una de las especies vegetales más productivas, tanto en su producción global -cerca de 600 millones de toneladas por año- como en su productividad -más de 4 t/ha, su centro de origen está en México. Su difusión fue más rápida en las zonas templadas en las cuales representa cerca del 40 % del área cosechada y el 60 % de la producción mundial; el promedio del rendimiento en las condiciones templadas es significativamente superior al de las áreas tropicales. Sin embargo, el maíz en las zonas templadas tiene un ciclo más largo que la mayoría de los maíces tropicales y el rendimiento diario relativo del maíz tropical se acerca al del maíz en la zona templada. La situación del maíz en los trópicos está cambiando rápidamente y el potencial de la heterosis comienza a ser explotado en mayor escala en los países en desarrollo (Ripusudan 2001).

El maíz es el cereal de los pueblos y culturas del continente americano. Las más antiguas civilizaciones de América –desde los olmecas y teotihuacanos en Mesoamérica, hasta los incas y quechuas en la región andina de Sudamérica– estuvieron acompañadas en su desarrollo por esta planta. Esta asociación entre cultura y agricultura del maíz ha motivado a científicos y humanistas a preguntarse: ¿cuál es el origen de este cereal? ¿Cómo fue su evolución, una vez que los diferentes grupos humanos lo adoptaron y cultivaron para su provecho? Estas preguntas los han llevado a explorar el pasado y en la actualidad, junto con el desarrollo científico y tecnológico, han podido descifrar varios de los enigmas que rodean la domesticación de este cultivo (Serratos 2012).

Cantero (2009) citado por Nole (2012), en su estudio determinó que el origen de las especies vegetales y animales puede estar donde se desarrollan sus antecesores salvajes más cercanos. Más tarde Vavilov, asegura que el origen de las plantas cultivadas está en los centros de diversificación, y para el caso del maíz, reconoce que el lugar de origen está en América en lo que hoy es actualmente Ecuador, Perú, y Bolivia.

El maíz es nativo de América, donde fue el alimento básico de las culturas americanas durante muchos siglos antes de que los europeos colonizaran este continente. El origen de este cultivar sigue siendo desconocido. Existen pruebas concluyentes, aportadas por los descubrimientos paleo-botánicos, de que, en el valle de Tehuacán, en el sur de México ya se cultivaba maíz, esto hace aproximadamente 4.600 años. El maíz silvestre no se diferenciaba mucho de la planta moderna en sus características botánicas esenciales (Barrido, Paterniani y Morett 1994).

El Cultivar de maíz tiene especial importancia, ya que esta gramínea constituye la base de la alimentación de los latinoamericanos. Su origen no se ha establecido con exactitud; se ubica en el tercer lugar en la producción mundial antecedido de trigo y arroz. Se produce en una superficie aproximadamente de 106 millones de hectáreas. Posee un rendimiento promedio es de 214'000.000 de toneladas, lo que se traduce en dos toneladas por hectárea (Parsons 2006).

## **2.2. Materia Orgánica**

Bernad, Thompson y Silke (2000) indican que la mayoría de los suelos contienen materia orgánica que deriva principalmente de la descomposición parcial de residuos vegetales. En menor cantidad pueden originarse también en restos de animales y deyecciones. Las proporciones de la materia orgánica varían desde cero, como en el caso de algunos depósitos arenosos, hasta un 95 % o más de algunas turberas, en suelos agrícolas, comunes su proporción rara vez excede del 15 %. La materia orgánica es el asiento de la mayoría de los procesos microbiológicos que se operan en el suelo, de los cuales uno de los más importantes es el de oxidación de la materia orgánica, proceso que depende en la mayor parte de la actividad metabólica de materia y hongos, en condiciones excepcionalmente favorables para la actividad de los microorganismos, la materia orgánica del suelo se oxida, completamente y desaparece.

Cobos (2000) manifiesta que la materia orgánica es un importante componente natural de los suelos agrícolas en pequeñas cantidades actúa como agentes físicas, químico biológico, mejorando la estructura y fertilidad, se dice que el máximo efecto benéfico de la

materia orgánica se define cuando esta alcanza un avanzado grado de descomposición y da origen a las sustancias húmicas, ácido húmico, ácido fulvico y ácido húmico o innato melánico. Las corrientes ecológicas preocupadas siempre por preservar sano el ambiente han motivado el desarrollo de tecnología de producción que permiten obtener altos rendimientos de la cosecha sin degradar o detener los recursos naturales, por lo que hoy nuevamente como en los orígenes de la agricultura, existe una mayor preocupación por la existencia orgánica como fuente de fertilidad productiva y sostenible de los suelos.

Selke (2008) indica que la utilización frecuente de abonos orgánicos permite resolver los problemas de fertilidad del suelo, mejoraran la capacidad de retención de agua y circulación del aire, favorecen el desarrollo y vigorización de las plantas; aumenta 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.

Chabousson, Welsh y Gilbert (2006) creen en la importancia de los organismos del suelo, sobre todo del microorganismo de la rizosfera, en los fenómenos de cambio. La formación de materia orgánica por parte de los microorganismos tiende a satisfacer dos tipos de necesidades: síntesis polisacáridos y de aglomerantes con motivos estrictamente estructurales y síntesis de sustancias proteicas con fines biológicos, es decir producción de microenzimas protegidas por sustancias fenólicas por razones de orden metabólico.

Selke (2008) sostiene que algunos de los méritos que se atribuyen a los fertilizantes orgánicos son los siguientes: el nitrógeno y el fosforo 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 absorción por las plantas. El proceso también impide la lixiviación de los nutrientes.

Carretero, Ibañez y Murillo (2002) indican que numerosos microorganismos, principalmente bacterias y hongos, junto con algunos componentes de la mesofauna, como las lombrices, son capaces de mejorar la estructura y la estabilidad estructural de los suelos, estos efectos son debidos a que, por ellos mismos o a través de sustancias producidas por ellos, son capaces de ligar las partículas de suelo formando agregados.

Selke (2008) señala que el nitrógeno que contienen los abonos orgánicos en mayor o menor proporción es una fuente lenta pero continua de materias nutritivas, y por tanto idóneo. Para mantener y favorecer la << fuerza intrínseca >> del suelo que es una parte muy esencial de la fertilidad del suelo. Aunque las materias nutritivas contenidas en los abonos orgánicos estén disponibles para las plantas solo después de haber sido mineralizadas, algunas de las sustancias que contienen (hormonas, enzimas, auxinas, antibióticos) pueden absorberse directamente, y tienen por ello una importancia decisiva sobre el desarrollo y el rendimiento.

La combinación de materia orgánica y fertilizantes (sistema integrado de nutrición de las plantas) ofrece las condiciones ambientales ideales para el cultivo, cuando se aplica el abono orgánico mejoran las propiedades del suelo y el suministro de fertilizantes provee los nutrientes que la planta necesita. No obstante, el abono orgánico por sí solo no es suficiente para lograr el nivel de producción que el agricultor desea. Los fertilizantes minerales tienen que ser aplicados adicionalmente, aún en países en los cuales existe una alta proporción de desechos orgánicos (FLAR 2007).

Astudillo y Colina (2011) en su investigación demostraron que un suelo con deficiencias en las cantidades de materia orgánica disponible, disminuye la cantidad de microorganismos que ayuden a descomponer los fertilizantes aplicados para la nutrición de los suelos. Además, indican que en la actualidad los problemas en la cantidad de materia orgánica en los suelos se han producido por: mal laboreo de este, exceso de fertilización o uso adecuado de agroquímicos. La aplicación de materia orgánica activa la capacidad de los suelos, para descomponer los elementos debido a la influencia de los microorganismos y

sobre todo mejorar las condiciones físicas del mismo. Así como reduce los procesos de erosión de los suelos, al incentivar la formación de agregados más estables.

León, Colina y Castro (2019) investigaron la aplicación de materia orgánica en la producción del cultivo de maíz. Los resultados encontrados en el presente trabajo experimental, demuestra que la aplicación de materia orgánica, son una alternativa para el aumento del rendimiento del cultivo de maíz, ya que maximizan la producción de grano. El mayor rendimiento del cultivo (8482,15 kg/ha) se presentó aplicando Humus 2000 kg/ha.

En general el contenido de nutrientes en las enmiendas orgánicas es bajo, sin embargo, debido a los grandes volúmenes generados éstos pasan a constituirse en un importante recurso de nutrientes al suelo. Este contenido de nutrientes se divide en una fracción orgánica y una soluble o disponible, siendo esta última la de rápida disponibilidad para su absorción por las plantas. Cuando se consideran estas dos fracciones se habla de nutrientes totales. Los nutrientes N y P de una enmienda se presentan principalmente en formas orgánicas, ureidos, proteínas, fitatos, entre otros. La forma orgánica de los nutrientes debe ser transformada a formas solubles para su uso, lo que ocurre naturalmente una vez aplicado al suelo a través de la mineralización (transformación biológica desde la fracción orgánica a inorgánica) de estos nutrientes (Hirzel y Salazar 2011).

### **2.3. Fertilización en maíz**

La fertilización de un cultivo comprende varios aspectos, los cuales tienen que ser planeados cuidadosamente para obtener el mayor rendimiento. Así, el maíz es un cultivo exigente en nutrientes por lo que es necesario determinar la cantidad adecuada que debe aplicarse a un suelo para alcanzar un rendimiento aceptable (Barber 2007).

Below (2002) expresa que la fertilización balanceada incrementa la eficiencia del uso de los nutrientes y por esta razón existe menor probabilidad de que los nutrientes se pierdan por lixiviación o escorrentía superficial. Asimismo, la fertilización balanceada también afecta positivamente la eficiencia del uso del agua. Un cultivo bien nutrido produce



un sistema radicular extenso y saludable que es capaz de extraer agua y nutrientes más eficientemente que un cultivo deficiente en nutrientes.

Cuando se usa nitrógeno y fósforo en programas desbalanceados de fertilización, estos nutrientes pueden aplicarse en exceso a la demanda, lo que resulta en pérdidas que contribuyen a la carga de nutrientes en arroyos, ríos y otros cuerpos de agua. El uso desbalanceado de fertilizantes también causa degradación del suelo, particularmente cuando se usan solamente fertilizantes nitrogenados que promueven la renovación de fósforo y potasio del suelo, que no son repuestos con la adición de fertilizantes portadores de estos nutrientes (Attanandana y Yost 2004).

Los rendimientos de una plantación de maíz están en función de los nutrientes disponibles en el suelo, especialmente del que se encuentra en menor cantidad y del potencial de producción de la variedad o híbrido que se siembra en una determinada zona. Para un adecuado plan de fertilización se debe consultar con un especialista, el mismo que está en capacidad de recomendar lo más conveniente (Amores, Mite y Carrillo 2010).

Below (2002) dice que, entre los elementos minerales esenciales, el nitrógeno es el que con más frecuencia limita el crecimiento y el rendimiento del maíz. Esta condición ocurre porque las plantas requieren cantidades relativamente grandes de nitrógeno (1,5 a 3,5 % de peso seco de la planta) y porque la mayoría de las siembras no tienen suficiente nitrógeno en forma disponible para mantener los niveles deseados de producción. Además, expresa que las necesidades de nitrógeno son variables de acuerdo al año y al sitio, sin embargo, el requerimiento de nitrógeno para rendimiento máximo rara vez excede los 20 Kg de nitrógeno por tonelada de grano producido.

Renge (2004) indica que el fraccionamiento de nitrógeno en maíces híbridos es una herramienta de manejo que permite una alta eficiencia de los fertilizantes nitrogenados. En los híbridos de alto rendimiento, se justifican aplicaciones de la última fracción de nitrógeno en períodos cercanos a la floración, basándose en los patrones de absorción de este nutriente por la planta. Los requerimientos totales de fósforo, potasio y magnesio deben suministrarse

al momento de la siembra. Los micronutrientes, en especial el zinc, se deben suministrar durante la fase vegetativa del cultivo, en el período de 30 a 46 días después de la siembra. La aspersión foliar es un método eficiente de aplicación de micronutrientes.

Mestanza y Alcivar (2004) mencionan que cada uno de los nutrientes minerales juegan un rol específico en el metabolismo vegetal (Ley de la esencialidad), ninguno de ellos puede ser reemplazado por otro, de tal manera que no importa que las plantas dispongan de suficiente cantidad de todos ellos, si sólo uno está en cantidad o proporción deficiente: ese es el que determina el crecimiento y rendimiento del cultivo.

Según INIAP (2008), la fertilización es un factor decisivo en los cultivos y determinan los siguientes objetivos económicos: a) Reducción de costos; b) Aumento del beneficio por unidad de superficie y por unidad de fertilizante aplicado. Los efectos en el cultivo y su relación con los objetivos económicos determinan los puntos a seguir en lo referente a dosis, tipos de fertilizantes y su forma de aplicación de acuerdo a las condiciones reales de la explotación agrícola.

Casas (2011) indica que la fertilización balanceada también ocupa un rol importante. La misma tiene que apuntar a la reposición de los nutrientes extraídos por las cosechas, contribuyendo a su vez a elevar el contenido de materia orgánica del suelo. El suelo agrícola configura el soporte más sólido de la economía de los países y conservarlo se torna imprescindible para garantizar el bienestar de todos los habitantes, por esto la importancia de proteger los suelos productivos, verdadera fábrica de alimentos.

En nuestro país en la actualidad se llevan a cabo programas de nutrición con criterios muy variados en la producción y sin una base analítica de laboratorios por lo que la corrección en detalles de macro y micronutrientes se debe realizar en la mayoría de los casos de forma visual. Cada especie tiene sus exigencias peculiares, tanto por la calidad como por la cantidad de fertilizantes a aplicar, solamente con conocimientos de estas necesidades permite establecer una fertilización ideal que garantice una producción máxima y que, al mismo tiempo, conserve el suelo en un estado natural perfecto sin que haya el peligro de

desequilibrios minerales que puedan alcanzar niveles realmente peligrosos, sobre todo tratándose de monocultivos continuos (AGRIPAC 2010).

Tucunango (1993) manifiesta que las plantas ejercen fuertes demandas de nutrientes, en los períodos críticos de desarrollo como es la floración e inicio de la fructificación; en otras palabras, las plantas crecen más rápido de lo que pueden absorber los nutrientes del suelo.

El propósito de una aplicación de fertilizantes es suministrar una cantidad razonable de nutrientes, cuando la planta lo demande, durante sus etapas de desarrollo. Además, señala que la mayor o menor cantidad de granos, es el resultado de la fotosíntesis y la respiración, éstas son actividades que están influenciadas directa o indirectamente por el contenido de nutrientes (CIAT 2005).

Para Palafox *et al.* (2015), con respecto a la fertilización, estudios realizados mediante el método productor-experimentador, en diferentes áreas maiceras, han determinado que uno de los principales factores que afectan al rendimiento del cultivo es la fertilización, ya que aunque la totalidad de los productores realizan esta labor, no lo aplican en la cantidad ni en el momento en que la planta lo requiere, lo cual ocasiona disminución en el rendimiento e incremento en los costos de producción.

Álvarez *et al.* (2012) aseguran que el mantenimiento perdurable de la capacidad productiva del suelo requiere la integración de prácticas de nutrición vegetal y de mejoramiento del suelo, que permitan un manejo adecuado de los nutrimentos para evitar su carencia o pérdidas por lixiviación, y de la materia orgánica para potenciar la biodiversidad edáfica y optimizar los parámetros edáficos ligados a su conservación. El manejo integrado del suelo permite abordar simultáneamente este binomio a través de la optimización de los beneficios de todas las fuentes posibles de nutrimentos provenientes de la unidad de producción, y su complementación con fuentes externas que son necesarias para satisfacer los requerimientos del cultivo, todo ello orientado a alcanzar niveles de producción deseados y disminuir riesgos de degradación ambiental. Para este fin se requiere la aplicación de

prácticas agroecológicas, así como la generación de información del curso que seguirá la evolución de las características del suelo frente a diferentes condiciones de manejo.

Ferraris y Couretot (2018) argumentan que el uso de micronutrientes ha despertado un creciente interés en productores, debido a la aparición de casos en los que ha permitido corregir deficiencias nutricionales de las plantas, promover un buen desarrollo de los cultivos, y mejorar el rendimiento y la calidad del producto cosechado. Son reiterados los casos en los que se han documentado respuestas positivas a su aplicación, siendo los más frecuentes el de zinc (Zn) y boro (B) en maíz, B en soja y, últimamente, otros elementos como cobalto (Co), molibdeno (Mo) y manganeso (Mn) en soja. Estos nutrientes pueden ser agregados de diversas maneras, por ejemplo, aplicado sobre la semilla, al suelo y, más frecuentemente, por vía foliar.

Infoagro (2018) refiere que la nutrición vegetal es el proceso mediante el cual la planta absorbe del medio que le rodea las sustancias necesarias para llevar a cabo su metabolismo y en consecuencia, crecer y desarrollarse. Los elementos esenciales para las plantas superiores, son el hidrógeno (H), carbono (C), oxígeno (O), nitrógeno (N), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), fósforo (P), azufre (S), cloro (Cl), boro (B), hierro (Fe), manganeso (Mn), Zinc (Zn), cobre (Cu) y molibdeno (Mo). A estos podrían añadirse algunos otros, tales como el sodio (Na), silicio (Si), cobalto (Co) y selenio (Se), que sólo son esenciales para algunas especies.

Palafox *et al.* (2015) estiman que la fertilización se considera como uno de los factores controlables clave en la obtención de un mejor rendimiento en maíz, ejerciendo alta influencia sobre los componentes de rendimiento y sobre las características agronómicas. Sin embargo, aun cuando se conoce el efecto por separado de cada uno de estos factores, es importante definir su combinación óptima, debido a que, en la mayoría de los casos, los factores de la producción se han estudiado en un solo genotipo. Por otro lado, en la formación de variedades mejoradas de maíz, muchos mejoradores aplican la selección en una sola dosis de fertilización estándar, de tal forma que se desconoce la respuesta de las variedades

generadas a diferentes dosis de este factor de producción, cuando éstas son puestas a disposición del productor para su uso comercial.

Castro (2015) determina que la fertilización con microelementos o micronutrientes y con elementos secundarios es fundamental para la cantidad y calidad de los cultivos en agricultura. Los elementos secundarios y micronutrientes deben ser aplicados sólo cuando se considere que pueden estar carentes en el medio, o cuando el cultivo sea incapaz de obtenerlos del suelo en el estado que se encuentren.

Ratto y Miguez (2016), afirman que el manejo integral de nutrientes se ha convertido en una necesidad debido a la variabilidad introducida en los sistemas agrícolas. Las nuevas variedades e híbridos, la acumulación de residuos en la superficie del suelo con el desarrollo de siembra directa y la aplicación de una cantidad importante de nutrientes producen una alteración en el balance de los ciclos biológicos, químicos y geológicos que se manifiesta como nuevos equilibrios edáficos. Estos nuevos equilibrios afectan al zinc (Zn) y, por esta razón, en muchas áreas agrícolas del mundo se lo considera como el tercer elemento limitante, luego del nitrógeno (N) y el fósforo (P).

#### **2.4. Productos**

Castro (2015) asegura que entre algunas fuentes orgánicas tenemos el “humus”, que entre sus características están, facilita la absorción de elementos fertilizantes a través de la membrana celular; mejorar las características físicas del suelo; el humus contiene y produce estimulantes de crecimiento (fitohormonas) siendo productivo y por ende posibilitando mejores cosechas gracias a la buena adaptabilidad de este material por su composición neutral y la facilidad de su manejo sin ningún temor.

Para Gros y Domínguez (2004), las principales fuentes de humus en las explotaciones son muy variadas, su importancia depende de la densidad de ganado y de alternativas de cultivos que se sigan, al contrario de lo que tan frecuentemente se cree que el estiércol, no es ni mucho menos, la única fuente de humus que se dispone en la finca. Los cuatros

principales fuentes de humus de una finca son: estiércoles, residuos de cosechas, pajas enterradas y abonos verdes.

Pomares (2007) señala que el compost es un abono orgánico resultado de la descomposición y transformación de la materia vegetativa animal como: estiércoles, desechos de cosechas y residuos industriales. Proviene de una tecnología tradicional japonesa, es un abono casero muy seguro y eficiente que contiene, todos los elementos necesarios y muchos microorganismos benéficos. El método de producción es variable; cada agricultor puede inventar algo mejor utilizando los recursos locales.

Altieri (2004) expresa que el compost es un producto natural resultante de la descomposición de la materia de origen vegetal, animal y mixto, que tienen la capacidad de mejorar la fertilidad y estructura del suelo, la capacidad de retención de la humedad activa su capacidad biológica, y por ende mejorar la producción y productividad de los cultivos.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

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

El presente trabajo de investigación se realizó en los terrenos de finca “La Mina” propiedad de la Sra. Karla Martínez. Está ubicada en el km 3,5 de la vía Milagro-Virgen de Fátima. Las coordenadas UTM son 679311 E y 9778615 N, con una altura de 17 msnm<sup>3</sup>.

La zona presenta un clima tropical según clasificación de Köppen, con temperatura anual de 24,2° C, precipitación de 1934,1 mm/año<sup>4</sup>.

#### 3.2. Material de Siembra

En el Cuadro 1 se detallan las careticas del híbrido AVG-9363, empleado para la siembra<sup>5</sup>:

*Cuadro 1. Características del híbrido. Milagro 2019.*

Características	
Ciclo vegetativo (Días)	120- 128
Altura de planta(cm)	189 - 208
Numero de mazorca / planta	1,17 – 1,25
Longitud de mazorca (cm)	17.5
Rendimiento hectárea (kg)	8000

#### 3.3. Métodos

En el presente trabajo se utilizaron los métodos: inductivo-Deductivo, Deductivo-Inductivo y Experimental.

<sup>3</sup> Fuente: Datos tomados de anuario Instituto Geográfico Militar, 2018.

<sup>4</sup> Fuente: (INAMHL, 2018) <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf>

<sup>5</sup> Fuente: Interocsa <http://www.interocsa.com.ec/producto/semilla-de-maiz-hibrido/>

### 3.4. Tratamientos

*Cuadro 2. Dosis de fertilización nitrogenada y micorrizas en tratamientos*

Tratamiento Materia Orgánica		Dosis kg/ha	Tratamiento Fertilización	Dosis kg/ha N-P-K-S-Zn-B
T1	Humus	1500	Programa Alto	130-40-80-30-2,0-1,5
T2			Programa Medio	110-30-70-20-1,5-1,0
T3			Programa Bajo	90-20-60-10-1,0-0,5
T4			Programa Comercial	140-19-30-25-0,1-0,1
T5			Programa Fincas	74-0-60-12-0-0
T6			Programa Suelo -testigo	44-28-78-24-2,0-0,5
T7	Compost	3000	Programa Alto	130-40-80-30-2,0-1,5
T8			Programa Medio	110-30-70-20-1,5-1,0
T9			Programa Bajo	90-20-60-10-1,0-0,5
T10			Programa Comercial	140-19-30-25-0,1-0,1
T11			Programa Fincas	74-0-60-12-0-0
T12			Programa Suelo -testigo	44-28-78-24-2,0-0,5

Época de aplicación: 22-37-50, días después de la siembra.

Programa de fertilización AGRIPAC: MIXPAC maíz (2 qq/ha), NITROPAC (3 qq/ha) y UREA (3 qq/ha).<sup>6</sup>

### 3.4. Diseño Experimental

El diseño que se utilizará será parcelas divididas con doce tratamientos y tres repeticiones. Para la evaluación y comparación de medias en los tratamientos se utilizará la prueba de Tukey al 95 % de probabilidades.

<sup>6</sup> Fuente AGRIPAC S.A. DISPONIBLE EN [www.agripac.com/Manual%20C3%A9cnico%20No.pdf](http://www.agripac.com/Manual%20C3%A9cnico%20No.pdf)



## ANDEVA

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Unidad	
Bloques	1
A (variedades)	2
Error a	2
Total, unidad complete	5
Subunidad	
B (tratamientos)	5
AB	10
Error b	15
Subtotal	30
Total, A X B -1	35

### **3.5. Manejo de ensayo**

#### **3.5.1. Análisis de suelo**

Previo a la preparación del terreno se realizó la toma de muestra para el análisis del suelo determinando el contenido de nutrientes, materia orgánica y textura. Esta fue llevada al Laboratorio de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Litoral Sur del INIAP.

#### **3.5.2. Preparación de suelos**

Para el efecto se realizó un pase de arado de disco y dos de rastra en sentido cruzado, con la finalidad de dejar al suelo en condiciones adecuadas para la siembra

#### **3.5.3. Siembra**

La siembra se efectuó en forma manual con el uso de un espeque, depositando una semilla por sitio, con un distanciamiento de 0,2 x 0,8 m, entre hileras y entre plantas, respectivamente, obtenido una población de 62 500 plantas por hectárea. Las semillas se mezclaron con el insecticida thiodicarb en dosis 20 cc por cada kilogramo de semilla, esto para evitar el ataque de insectos trozadores, que viven en el suelo y la superficie.

#### **3.5.4. Control de malezas**

El control de malezas se realizó cinco días después de la siembra con la aplicación de Pendimentalin 2,0 l/ha, Amina 0,5 l/ha y atrazina 1,0 kg/ha. A los 30 días se aplicó

Paraquat (1,5 l/ha) dirigido entre las calles. Posteriormente se realizó tres desyerbas manuales con rabón a los 45, 60 y 75 días después de la siembra.

### **3.5.5. Control de insectos y enfermedades**

En la edad de 25 días después de la siembra se realizó la aplicación del insecticida Curacron (Profenofos) en dosis de 0,5 l/ha para el control *Spodoptera frugiperda*. Luego a los 37 días después de la siembra se aplicó al cogollo de las plantas, el insecticida Karate Zeon (Lamdacihalotrina) en dosis de 0,35 l/ha, para el control de barrenadores. A los 45 días se aplicó Diazinon para el ataque de gusano ejército y chupadores en dosis de 1,0 l/ha.

### **3.5.6. Riego**

Se realizó riego por gravedad en el desarrollo del cultivo, ya que el cultivo se hizo bajo condiciones de época seca. En cada riego se aplicó láminas de agua por 3 horas seguidas, haciendo este proceso cuatro veces en el ciclo del cultivo.

### **3.5.7. Fertilización – abonamiento**

El programa de fertilización estará basado en niveles de rendimiento según escalas del IPNI (7000 kg/ha). Para el efecto la aplicación se realizó a los 0, 25 y 35 días después de la siembra. El fertilizante de base fue con 23 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 90 kg/ha K<sub>2</sub>O al momento de la siembra, quedando incorporado. El nitrógeno se aplicó fraccionando la dosis puesta en el cuadro de tratamientos. Como fuente de fósforo y potasio, se aplicaron los fertilizantes Superfosfato triple y Muriato de potasio, respectivamente. Además, se realizaron aplicaciones de fertilizantes foliares Metalosato Boro en dosis de 0,3 L/ha y Metalosato Zn 0,3 L/ha a los 37 días después de la siembra. Esto según el cuadro de tratamientos planteado. La aplicación de materia orgánica se realizó en el último pase de rastra, incorporando todo el material calculado en el cuadro de tratamientos.

### **3.5.8. Cosecha**

La cosecha se realizó en cada unidad experimental de forma manual, cuando los granos alcanzaron la madurez fisiológica (al menos el 80 % de secado).

## **3.6. Datos Evaluados**

### **3.6.1. Altura de planta**

Se tomó lecturas de diez plantas al azar y se registró en metros. Se evaluó a la cosecha, desde el cuello de la raíz hasta la hoja más sobresaliente.

### **3.6.2. Altura de inserción a la primera mazorca**

Se determinó por la distancia comprendida entre el nivel del suelo hasta el punto de inserción de la mazorca principal; tomando diez plantas tomadas al azar por parcela experimental al momento de la cosecha, expresando en metros.

### **3.6.3. Días floración**

La floración se determinó por el tiempo transcurrido desde la siembra hasta cuando el 50 % de las plantas de cada parcela experimental, presenten flores femeninas y panojas emitiendo polen.

### **3.6.4. Días cosecha**

Estuvo determinada por el tiempo transcurrido desde la siembra hasta la cosecha de las mazorcas, en cada unidad experimental.

### **3.6.5. Longitud de mazorca**

En cada unidad experimental se tomó al azar 10 mazorcas, la longitud desde la base hasta la punta de la mazorca, el promedio se expresó en centímetros.

### **3.6.6. Diámetro de mazorca**

Se tomará 10 mazorcas al azar en cada subparcela experimental, se medirá el diámetro en el tercio medio de la mazorca, su promedio se expresará en centímetros.

### **3.6.7. Relación grano - tuza**

Se tomaron al azar 10 mazorcas por subunidad experimental, posteriormente se desgranaron, y se procedió a pesar separadamente grano y tuza, estableciéndose la relación. Es una unidad adimensional, será comparada con tablas de referencia del CYMMIT<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> CYMMIT. 2011. Innovaciones Tecnológicas en la Cadena de Valor del Maíz de Ixcán, Departamento de Quiché, Guatemala. CYMMIT Ediciones. pp 23-76

### 3.6.8. Peso de 100 granos

Se tomo 100 granos por subunidad experimental, teniendo cuidado de que los granos estuvieren libre de daños de insectos y enfermedades; luego se procedió a pesar en una balanza de precisión, su peso se expresó en gramos.

### 3.6.9 Rendimiento por hectárea

Se realizó en la cosecha tomando el peso de las mazorcas y posteriormente se hizo un ajuste de humedad al 14%, con la siguiente fórmula<sup>8</sup>:

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

Pu	=	Peso uniformado
Pa	=	Peso actual
Ha	=	Humedad actual
Hd	=	Humedad deseada

### 3.6.10. Análisis económico

Se evaluó los tratamientos según los costos de producción y se realizó un análisis de beneficio/costo<sup>9</sup>.

### 3.6.11. Eficiencia agronómica por programa

Estuvo basado en la cantidad de nutrientes necesarios para producir una tonelada de producto final con relación al testigo no tratado<sup>10</sup>. Se estimó con la ecuación:

$$EA = \frac{(R - R0)}{D}$$

---

<sup>8</sup>Fuente: Azcan – Bieto, J., Talan M. (2003). Fundamentos de fisiología vegetal. Ed. Mc Graw – Hill. España. G25p.

<sup>9</sup>Fuente: Martinez, L., 2002, Economía política de las comunidades agropecuarias del Ecuador, Abya Yala, Quito.

<sup>10</sup> Fuente: Snyder y Bruulsema, 2007. Nutrient use efficiency and effectiveness in North America: Indices of agronomic and environmental benefit. IPNI.

Dónde:

EA = Eficiencia agronómica

R= Rendimiento de la porción cosechada del cultivo con el nutriente

R0= Rendimiento de la porción cosechada del cultivo sin el nutriente

D= Cantidad del nutriente aplicado

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Altura de planta

El Cuadro 3 presenta los valores de altura de planta. Los promedios muestran alta significancia estadística en el factor de Fertilización, no existiendo en materia orgánica e interacciones. El coeficiente de variación fue 2,66 %.

El factor A, Compost presentó mayor promedio (186,08 cm). En el factor B la aplicación de 130-40-80-30-2,0-1,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B), fue estadísticamente superior al resto de tratamientos. En las interacciones la aplicación de Humus 1500 kg/ha + fertilización de 130-40-80-30-2,0-1,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B) presento plantas más altas.

### 4.2. Altura de Inserción de mazorca

En el Cuadro 3 se detallan los resultados del análisis de varianza de altura de inserción a la mazorca. Este reportó alta significancia estadística en el factor Materia Orgánica y Fertilización, no habiendo en las interacciones. El coeficiente de variación calculado fue de 1,33 %

Las unidades tratadas con Humus fueron estadísticamente superiores (132,27 cm) a las aplicadas con Compost. En el factor de dosis de fertilizantes 74-0-60-12-0-0 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B) fue estadísticamente superior (135,5 cm) a las otras dosis de fertilización balanceada. La interacción Compost 3000 kg/ha + Fertilización Química 74-0-60-12-0-0 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B) fue mayor con 136,5 cm.

**Cuadro 1. Altura de planta y altura de inserción con la aplicación de materia orgánica y fertilización química en el cultivo de maíz, Milagro, 2019.**

<b>Materia Orgánica</b>	<b>Dosis kg/ha</b>	<b>Fertilizante (kg/ha) N-P-K-S-Zn-B</b>	<b>Altura Planta (cm)</b>	<b>Altura Inserción (cm)</b>
Humus	1500		185,90 <sup>Ns</sup>	132,27 a
Compost	3000		186,08	134,38 b
		130-40-80-30-2,0-1,5	189,34 a	132,75 c
		110-30-70-20-1,5-1,0	185,70 b	133,85 b
		90-20-60-10-1,0-0,5	186,63 b	132,30 c
		140-19-30-25-0,1-0,1	184,30 c	132,30 c
		74-0-60-12-0-0	185,20 b	135,50 a
		44-28-78-24-2,0-0,5	184,77 c	133,25 b
Humus	1500	130-40-80-30-2,0-1,5	190,20 <sup>ns</sup>	131,1 <sup>ns</sup>
Humus	1500	110-30-70-20-1,5-1,0	187,93	134,2
Humus	1500	90-20-60-10-1,0-0,5	181,20	132,1
Humus	1500	140-19-30-25-0,1-0,1	185,80	130,5
Humus	1500	74-0-60-12-0-0	185,87	134,5
Humus	1500	44-28-78-24-2,0-0,5	184,40	131,2
Compost	3000	130-40-80-30-2,0-1,5	188,47	134,4
Compost	3000	110-30-70-20-1,5-1,0	185,33	133,5
Compost	3000	90-20-60-10-1,0-0,5	187,40	132,5
Compost	3000	140-19-30-25-0,1-0,1	185,53	134,1
Compost	3000	74-0-60-12-0-0	186,00	136,5
Compost	3000	44-28-78-24-2,0-0,5	183,73	135,3
		Factor A (M.O.)	Ns	**
Significancia estadística		Factor B (Fertilización)	**	**
		Interacción AxB	Ns	Ns
		Coefficiente de variación (C.V.)	2,66	1,33

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

\*\* = altamente significativo

Ns: no significativo

### 4.3. Días floración

El Cuadro 4 presenta los valores de días a floración. Los promedios muestran alta significancia estadística en el factor de Materia orgánica, no existiendo en fertilización e interacciones. El coeficiente de variación fue 1,33 %.

Las unidades tratadas con Compost 3000 kg/ha fueron estadísticamente superiores (52,60 días) a las aplicadas con Humus floreciendo más tardíamente. En el factor de dosis de fertilizantes 44-28-78-24-2,0-0,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B) fue mayor (52,00 días) a las otras dosis de fertilización balanceada. La interacción Compost 3000 kg/ha + Fertilización Química 44-28-78-24-2,0-0,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B) fue mayor con 54,0 días.

#### 4.4. Días cosecha

En el Cuadro 4 se detallan los resultados del análisis de varianza de días a cosecha. Este reportó alta significancia estadística en el factor Materia Orgánica, no encontrándose en Fertilización e interacción. El coeficiente de variación calculado fue de 1,79 %

Las unidades tratadas con Compost 3000 kg/ha fueron estadísticamente superiores (128,63 días) a las aplicadas con Humus floreciendo más tardíamente. En el factor de dosis de fertilizantes 44-28-78-24-2,0-0,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B) fue mayor (127,4 días) a las otras dosis de fertilización balanceada. La interacción Compost 3000 kg/ha + Fertilización Química 44-28-78-24-2,0-0,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B) fue mayor con 132,30 días.

**Cuadro 2. Días a floración y días a cosecha con la aplicación de materia orgánica y fertilización química en el cultivo de maíz, Milagro, 2019.**

Materia Orgánica	Dosis kg/ha	Fertilizante (kg/ha) N-P-K-S-Zn-B	Días floración	Días Cosecha
Humus	1500		50,16 b	122,91 b
Compost	3000		52,60 a	128,63 a
		130-40-80-30-2,0-1,5	51,00 <sup>Ns</sup>	124,95 <sup>Ns</sup>
		110-30-70-20-1,5-1,0	51,50	126,18
		90-20-60-10-1,0-0,5	51,00	124,95
		140-19-30-25-0,1-0,1	51,50	126,18
		74-0-60-12-0-0	51,00	124,95
		44-28-78-24-2,0-0,5	52,00	127,40
Humus	1500	130-40-80-30-2,0-1,5	50,00 <sup>Ns</sup>	122,50 <sup>Ns</sup>
Humus	1500	110-30-70-20-1,5-1,0	51,00	124,95
Humus	1500	90-20-60-10-1,0-0,5	50,00	122,50
Humus	1500	140-19-30-25-0,1-0,1	50,00	122,50
Humus	1500	74-0-60-12-0-0	50,00	122,50
Humus	1500	44-28-78-24-2,0-0,5	50,00	122,50
Compost	3000	130-40-80-30-2,0-1,5	52,00	127,40
Compost	3000	110-30-70-20-1,5-1,0	52,00	127,40
Compost	3000	90-20-60-10-1,0-0,5	52,00	127,40
Compost	3000	140-19-30-25-0,1-0,1	53,00	129,85
Compost	3000	74-0-60-12-0-0	52,00	127,40
Compost	3000	44-28-78-24-2,0-0,5	54,00	132,30
		Factor A (M.O.)	**	**
Significancia estadística		Factor B (Fertilización)	Ns	Ns
		Interacción AxB	Ns	Ns
		Coeficiente de variación (C.V.)	1,33	1,79

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

\*\* = altamente significativo

Ns: no significativo



#### **4.5. Longitud de mazorca**

El Cuadro 5 presenta los valores de la longitud de mazorca tomada en las unidades. Los promedios realizados el análisis de varianza no determinó significancia estadística para las fuentes de materia orgánica, existiendo alta significancia en los programas de fertilización e interacciones. El coeficiente de variación fue 8,44 %.

Las unidades tratadas con Humus 1500 kg/ha tuvieron mayor longitud (15,95 cm) a las aplicadas con Compost. En el factor de dosis de fertilizantes 130-40-80-30-2,0-1,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B) (18,4 cm) fue estadísticamente igual a 110-30-70-20-1,5-1,0 (N-P-K-S-Zn-B), pero superior al resto de programas. La interacción Humus 1500 kg/ha + Fertilización Química 130-40-80-30-2,0-1,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B) (18,5 cm) fue estadísticamente igual a Humus 1500 kg/ha + 110-30-70-20-1,5-1,0 (N-P-K-S-Zn-B), Compost 3000 kg/ha + 130-40-80-30-2,0-1,5 (N-P-K-S-Zn-B) y Compost 3000 kg/ha + 110-30-70-20-1,5-1,0 (N-P-K-S-Zn-B) pero superior al resto de programas.

#### **4.6. Diámetro de mazorca.**

En el Cuadro 5 se detallan los resultados del análisis de varianza de diámetro de mazorca. Este no reportó significancia estadística en ninguno de los factores evaluados. El coeficiente de variación calculado fue de 7,34 %

Las unidades tratadas con Humus 1500 kg/ha tuvieron mayor diámetro (4,75 cm) a las aplicadas con Compost. En el factor de dosis de fertilizantes 130-40-80-30-2,0-1,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B) fue mayor (4,8 cm) a las otras dosis de fertilización balanceada. La interacción Humus 1500 kg/ha + Fertilización Química 130-40-80-30-2,0-1,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B) fue mayor con 4,8 cm.

**Cuadro 3. Longitud de mazorca y diámetro de mazorcas con la aplicación de materia orgánica y fertilización química en el cultivo de maíz, Milagro, 2019.**

<b>Materia Orgánica</b>	<b>Dosis kg/ha</b>	<b>Fertilizante (kg/ha) N-P-K-S-Zn-B</b>	<b>Diámetro cm</b>	<b>Longitud cm</b>
Humus	1500		4,75 <sup>Ns</sup>	15,95 <sup>Ns</sup>
Compost	3000		4,73	15,70
		130-40-80-30-2,0-1,5	4,80 <sup>Ns</sup>	18,40 a
		110-30-70-20-1,5-1,0	4,75	16,45 ab
		90-20-60-10-1,0-0,5	4,75	15,35 b
		140-19-30-25-0,1-0,1	4,75	15,50 b
		74-0-60-12-0-0	4,70	15,85 b
		44-28-78-24-2,0-0,5	4,70	13,40 c
Humus	1500	130-40-80-30-2,0-1,5	4,80 <sup>Ns</sup>	18,50 a
Humus	1500	110-30-70-20-1,5-1,0	4,70	16,50 ab
Humus	1500	90-20-60-10-1,0-0,5	4,80	15,60 b
Humus	1500	140-19-30-25-0,1-0,1	4,80	15,70 b
Humus	1500	74-0-60-12-0-0	4,70	15,80 b
Humus	1500	44-28-78-24-2,0-0,5	4,80	13,60 c
Compost	3000	130-40-80-30-2,0-1,5	4,70	18,30 a
Compost	3000	110-30-70-20-1,5-1,0	4,80	16,40 ab
Compost	3000	90-20-60-10-1,0-0,5	4,70	15,10 b
Compost	3000	140-19-30-25-0,1-0,1	4,70	15,30 b
Compost	3000	74-0-60-12-0-0	4,70	15,90 b
Compost	3000	44-28-78-24-2,0-0,5	4,70	13,20 c
		Factor A (M.O.)	Ns	Ns
Significancia estadística		Factor B (Fertilización)	Ns	**
		Interacción AxB	Ns	**
		Coefficiente de variación (C.V.)	7,34	8,44

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

\*\* = altamente significativo

Ns: no significativo

#### 4.7. Peso de 100 granos

El Cuadro 6 presenta los valores del peso de grano tomado en las unidades. Los promedios realizados el análisis de varianza no determinó significancia estadística para las fuentes de materia orgánica, existiendo alta significancia en los programas de fertilización e interacciones. El coeficiente de variación fue 3,46 %.

Las unidades tratadas con Humus 1500 kg/ha tuvieron mayor peso (33,5 g) a las aplicadas con Compost. En el factor de dosis de fertilizantes 130-40-80-30-2,0-1,5 kg/ha (N-

P-K-S-Zn-B) (36,5 g) fue estadísticamente superior al resto de programas. La interacción Humus 1500 kg/ha + Fertilización Química 130-40-80-30-2,0-1,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B) (37,00 g) fue estadísticamente igual a Compost 3000 kg/ha + 130-40-80-30-2,0-1,5 (N-P-K-S-Zn-B), pero superiores al resto de programas.

#### **4.8. Rendimiento por hectárea**

En el Cuadro 6 se detallan los resultados del análisis de varianza del rendimiento por hectárea. Este no reportó significancia estadística en materia orgánica, habiendo alta significancia en Programas de fertilización e interacciones. El coeficiente de variación calculado fue de 5,11 %.

La aplicación de Humus 1500 kg/ha tuvo mayor rendimiento (7871,67 kg/ha). En el factor de dosis de fertilizantes 130-40-80-30-2,0-1,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B) fue estadísticamente superior (9690 kg/ha) a las otras dosis de fertilización balanceada. La interacción Humus 1500 kg/ha + Fertilización Química 130-40-80-30-2,0-1,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B) con 9850 kg/ha y Compost 3000 kg/ha + Fertilización Química 130-40-80-30-2,0-1,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B) con 9530 kg/ha fueron estadísticamente iguales entre sí y superiores al resto de tratamientos.

**Cuadro 4. Peso de grano y rendimiento por hectárea con la aplicación de materia orgánica y fertilización química en el cultivo de maíz, Milagro, 2019.**

<b>Materia Orgánica</b>	<b>Dosis kg/ha</b>	<b>Fertilizante (kg/ha) N-P-K-S-Zn-B</b>	<b>Peso g</b>	<b>kg/ha</b>
Humus	1500		33,50 <sup>Ns</sup>	7871,67 <sup>Ns</sup>
Compost	3000		32,33	7776,67
		130-40-80-30-2,0-1,5	36,50 a	9690,00 a
		110-30-70-20-1,5-1,0	34,00 b	8555,00 b
		90-20-60-10-1,0-0,5	32,50 c	7555,00 c
		140-19-30-25-0,1-0,1	32,00 c	7075,00 c
		74-0-60-12-0-0	32,00 c	7225,00 c
		44-28-78-24-2,0-0,5	30,50 d	6845,00 d
Humus	1500	130-40-80-30-2,0-1,5	37,00 a	9850 a
Humus	1500	110-30-70-20-1,5-1,0	34,00 b	8660 b
Humus	1500	90-20-60-10-1,0-0,5	34,00 b	7680 c
Humus	1500	140-19-30-25-0,1-0,1	33,00 b	7100 c
Humus	1500	74-0-60-12-0-0	32,00 b	7300 c
Humus	1500	44-28-78-24-2,0-0,5	31,00 c	6960 d
Compost	3000	130-40-80-30-2,0-1,5	36,00 a	9530 a
Compost	3000	110-30-70-20-1,5-1,0	34,00 b	8450 b
Compost	3000	90-20-60-10-1,0-0,5	31,00 b	7430 b
Compost	3000	140-19-30-25-0,1-0,1	31,00 b	7050 b
Compost	3000	74-0-60-12-0-0	32,00 b	7150 b
Compost	3000	44-28-78-24-2,0-0,5	30,00 c	6730 c
		Factor A (M.O.)	Ns	Ns
Significancia estadística		Factor B (Fertilización)	Ns	**
		Interacción AxB	Ns	**
		Coefficiente de variación (C.V.)	3,46	5,11
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey al 5 % de significancia.				
** = altamente significativo				
Ns: no significativo				

#### 4.9. Relación Grano-Tusa

En el Cuadro 7 se detallan los resultados de la relación grano-tusa, este no reportó significancia estadística en materia orgánica, estimándose alta significancia en Programas de fertilización e interacciones. El coeficiente de variación calculado fue de 7,31 %.

La aplicación de Humus 1500 kg/ha tuvo mayor relación (3,34). En el factor de dosis de fertilizantes 130-40-80-30-2,0-1,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B) fue estadísticamente superior (3,55 kg/ha) a las otras dosis de fertilización balanceada. La interacción Humus 1500 kg/ha + Fertilización Química 130-40-80-30-2,0-1,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B) con 3,56 y Compost

3000 kg/ha + Fertilización Química 130-40-80-30-2,0-1,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B) con 3,54 fueron estadísticamente iguales entre sí y superiores al resto de tratamientos.

**Cuadro 5. Relación Grano-Tusa con la aplicación de materia orgánica y fertilización química en el cultivo de maíz, Milagro, 2019.**

<b>Materia Orgánica</b>	<b>Dosis kg/ha</b>	<b>Fertilizante (kg/ha) N-P-K-S-Zn-B</b>	<b>Relación G/T</b>
Humus	1500		3,34
Compost	3000		3,33
		130-40-80-30-2,0-1,5	3,55 a
		110-30-70-20-1,5-1,0	3,33 b
		90-20-60-10-1,0-0,5	3,32 b
		140-19-30-25-0,1-0,1	3,32 b
		74-0-60-12-0-0	3,30 b
		44-28-78-24-2,0-0,5	3,17 c
Humus	1500	130-40-80-30-2,0-1,5	3,56 a
Humus	1500	110-30-70-20-1,5-1,0	3,34 b
Humus	1500	90-20-60-10-1,0-0,5	3,32 b
Humus	1500	140-19-30-25-0,1-0,1	3,31 b
Humus	1500	74-0-60-12-0-0	3,31 b
Humus	1500	44-28-78-24-2,0-0,5	3,17 c
Compost	3000	130-40-80-30-2,0-1,5	3,54 a
Compost	3000	110-30-70-20-1,5-1,0	3,32 b
Compost	3000	90-20-60-10-1,0-0,5	3,31 b
Compost	3000	140-19-30-25-0,1-0,1	3,32 b
Compost	3000	74-0-60-12-0-0	3,29 b
Compost	3000	44-28-78-24-2,0-0,5	3,17 c
		Factor A (M.O.)	Ns
Significancia estadística		Factor B (Fertilización)	**
		Interacción AxB	**
		Coefficiente de variación (C.V.)	7,31

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey al 5 % de significancia.  
 \*\* = altamente significativo  
 Ns: no significativo

#### 4.10. Eficiencia Agronómica

El cuadro 8 nos muestra los datos de la variable número de mazorca por planta, el análisis de varianza no encontró significancia estadística en ningún factor medido. El coeficiente de variación calculado fue de 6,37%.

La eficiencia agronómica se muestra en el Cuadro 8. El cálculo realizado demuestra que el 110-30-70-20-1,5-1,0 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B), tuvo la mejor tasa de asimilación teniendo los rangos de nitrógeno (77,8), fósforo (57), potasio (24,4), azufre (85,5), zinc (1140) y Boro (1710), esto según los establecido por Snyder (2009) y Murrell (2009), quienes indican que los valores reportados adecuados son: 20 N, 80 P, 35 K, 100 S, 1000 Zn y 1200 B, pero comparados con el testigo.

**Cuadro 6. Eficiencia agronómica con la aplicación de materia orgánica y fertilización química en el cultivo de maíz, Milagro, 2019.**

<b>Factor A</b>		<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>S</b>	<b>Zn</b>	<b>B</b>
<b>Programas fertilización</b>		<b>kg grano/kg fertilizante</b>					
130-40-80-30-2,0-1,5	Programa 1	21,9	31,0	35,6	94,8	1422,5	1896,7
110-30-70-20-1,5-1,0	Programa 2	77,8	57,0	24,4	85,5	1140,0	1710,0
90-20-60-10-1,0-0,5	Programa 3	83,9	35,5	11,8	71,0	710,0	1420,0
140-19-30-25-0,1-0,1	Programa 4	50,5	12,1	7,7	9,2	2300,0	2300,0
74-0-60-12-0-0	Programa 5	97,6	0,0	6,3	31,7	0,0	0,0
44-28-78-24-2,0-0,5	Programa 6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

#### **4.11. Análisis económico**

En el cuadro 12 se los valores del análisis económico realizado entre los tratamientos propuestos.

El mayor rendimiento económico e ingreso se produjo en el tratamiento tratado con Humus 1500 kg/ha + 130-40-80-30-2,0-1,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B) (\$858,24), mientras el menor ingreso se tuvo en el tratamiento tratado con Compost + 44-28-78-24-2,0-0,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B) (\$405,57).

*Cuadro 7. Costos fijos por hectárea con la aplicación de materia orgánica y fertilización química en el cultivo de maíz, Milagro, 2019.*

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo	Valor
			Unitario (\$)	Total (\$)
<b>Alquiler de terreno</b>	ha	1	200,00	200,00
<b>Preparación de suelo</b>				
rastra	1	2	25,00	50,00
<b>Riego</b>	1	4	10,00	40,00
<b>Material de siembra</b>				
Hibrido	Saco	1	143,50	143,50
<b>Siembra</b>	Maquinaria	1	70,00	70,00
<b>Control de malezas</b>				
Atrazina	Kg	1	6,00	6,00
Pendimentalin	L	4	7,00	28,00
Glifosato	L	3	3,00	9,00
Mano de obra	Jornales	3	12,00	36,00
<b>Control fitosanitario</b>				
Thiodicarb	225cc	1	4,30	4,30
Curacron	L	2	5,00	10,00
Karate	400cc	1	16,00	16,00
Diazinon	L	2	8,00	16,00
Tebuconazole	500cc	1	16,00	16,00
Mano de obra	Jornales	8	12,00	96,00
<b>Fertilización foliar</b>				
Zinc	L	2	18,00	36,00
Boro	200gr	1	5,00	5,00
Sub Total				784,05
Administración (5%)				39,20
<b>Total costo fijo</b>				<b>823,25</b>

*Cuadro 8. Análisis económico con la aplicación de materia orgánica y fertilización química en el cultivo de maíz, Milagro, 2019.*

Tratamientos	kg/ha	# qq 45,25 kg	Valor Producción (USD)	Costos Fijos	Costo fertilización	Precio MOS (USD)	Cosecha + transporte	Total	Beneficio Neto (USD)
T1	9530	209,68	2621,01	823,25	325,00	300	314,52	1762,77	858,24
T2	8660	190,54	2381,74	823,25	278,60	300	285,81	1687,66	694,08
T3	7680	168,98	2112,21	823,25	252,30	300	253,47	1629,02	483,20
T4	7100	156,22	1952,70	823,25	225,60	300	234,32	1583,17	369,52
T5	7300	160,62	2007,70	823,25	210,90	300	240,92	1575,07	432,63
T6	6960	153,14	1914,19	823,25	0,00	300	229,70	1352,95	561,24
T7	9850	216,72	2709,02	823,25	325,00	400	325,08	1873,33	835,69
T8	8450	185,92	2323,98	823,25	278,60	400	278,88	1780,73	543,25
T9	7430	163,48	2043,45	823,25	252,30	400	245,21	1720,76	322,69
T10	7050	155,12	1938,94	823,25	225,60	400	232,67	1681,52	257,42
T11	7150	157,32	1966,45	823,25	210,90	400	235,97	1670,12	296,32
T12	6730	148,07	1850,94	823,25	0,00	400	222,11	1445,36	405,57

Urea = \$ 19,00

qq 45.25 Kg = \$ 13,50

DAP = \$ 26,00

Cosecha y transporte = \$ 2,50

Muriato de Potasio = \$ 20,00

Sulpomag = \$ 13,00



## V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en este ensayo se concluye que:

1. Las plantas con mejores características agronómicas fueron observadas en las parcelas tratadas con la aplicación de Humus 1500 kg/ha + 130-40-80-30-2,0-1,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B).
- 2.
3. Mayor altura de inserción de mazorca fue detectada en el tratamiento Humus 1500 kg/ha + 130-40-80-30-2,0-1,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B).
4. Las plantas con mayor longitud de mazorca y diámetro de mazorcas fueron encontradas en el tratamiento Humus 1500 kg/ha + 130-40-80-30-2,0-1,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B).
5. Mayor relación grano tusa fue evidenciada con la aplicación de Humus 1500 kg/ha + 130-40-80-30-2,0-1,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B).
6. Mayor rendimiento de grano por hectárea se logró con la aplicación de Humus 1500 kg/ha + 130-40-80-30-2,0-1,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B).
7. En el análisis económico el tratamiento Humus 1500 kg/ha + 130-40-80-30-2,0-1,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B), tuvo mayores ingresos.
8. La eficiencia agronómica fue más uniforme cuando se aplicó la dosis de fertilizante 110-30-70-20-1,5-1,0 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B).

## **VI. RECOMENDACIONES**

En base a las conclusiones se recomienda que:

1. Aplicar Humus 1500 kg/ha antes de la siembra de maíz para mejorar los contenidos de materia orgánica del suelo y elevar la eficiencia de los nutrientes aplicados en la fertilización.
2. Utilizar el híbrido de maíz AVG por su adecuado comportamiento agronómica en la zona de estudio.
3. Realizar trabajos de investigación destinados a conocer el efecto de la materia orgánica en las propiedades del suelo y su eficiencia en la nutrición de plantas con otras dosis de fertilizantes y otros elementos.

## VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la en los terrenos de finca “La Mina” propiedad de la Sra. Karla Martínez ubicada en el km 3,5 de la vía Milagro-Virgen de Fatima, en la provincia del Guayas. Como material de siembra se utilizó el híbrido de maíz AVG-9363. Los tratamientos fueron conformados por doce tratamientos con 3 repeticiones que da un total de 36 parcelas. Los primeros seis tratamientos fueron aplicados con Humus 1500 kg/ha con diferentes niveles de fertilización balanceada con N-P-K-S-Zn-B y los seis restantes con Compost 300 kg/ha con los mismos niveles de fertilización. El diseño estadístico usado fue parcelas divididas en arreglo factorial, calculando el análisis de la varianza y las comparaciones de tratamientos con la prueba de Tukey al 95 %. Para el establecimiento del cultivo se realizaron las labores culturales pertinentes. Los resultados muestran que la aplicación de Humus en conjunto un programa de fertilización 130-40-80-30-2,0-1,5 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B), aumenta el rendimiento de grano por hectárea. Además, genera mayores ingresos. Sin embargo, se demuestra que demuestra que el programa de fertilización 110-30-70-20-1,5-1,0 kg/ha (N-P-K-S-Zn-B), tuvo la mejor tasa de asimilación de nutrientes,

**Palabras claves:** Maíz, rendimiento, eficiencia, fertilizantes

## VIII. SUMMARY

This research work was carried out in the “La Mina” farm land owned by Ms. Karla Martínez located at km 3.5 of the Milagro-Virgen de Fatima road, in the province of Guayas. As a planting material, the AVG-9363 corn hybrid was used. The treatments were made up of twelve treatments with 3 repetitions that gives a total of 36 plots. The first six treatments were applied with Humus 1500 kg / ha with different levels of balanced fertilization with N-P-K-S-Zn-B and the remaining six with Compost 300 kg / ha with the same fertilization levels. The statistical design used was divided plots in factorial arrangement, calculating the analysis of variance and comparisons of treatments with the 95% Tukey test. For the establishment of the crop, the relevant cultural work was carried out. The results show that the application of Humus together a fertilization program 130-40-80-30-2,0-1,5 kg / ha (N-P-K-S-Zn-B), increases the yield of grain per hectare. In addition, it generates higher income. However, it is shown that it shows that the fertilization program 110-30-70-20-1.5-1.0 kg / ha (N-P-K-S-Zn-B) had the best nutrient assimilation rate.

Keywords: Corn, yield, efficiency, fertilizers

## IX. BIBLIOGRAFIA

1. AGRIPAC S.A. 2010. Mixpac, nueva solución para el agro. Revista AGRIPAC DIRECTO, Disponible en [www.agripac.com](http://www.agripac.com).
2. Álvarez, J., Díaz, E., León, N., Guillén, J. 2012. Enmiendas orgánicas y actividad metabólica del suelo en el rendimiento de maíz. Terra Latinoamericana, vol. 28, núm. 3. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. pp. 239-245
3. Altieri, W. Nutrición mineral de las plantas. En documentos Fitosan S.A. Guayaquil-Ecuador. p 5. 2004.
4. Amores, F., Mite, F., Carrillo, M. 2010. Manejo de la fertilidad en maíz duro; Manual Técnico N° 28. INIAP, Estación Experimental Pichilingue, Qveevdo. 24p.
5. Astudillo, R., Colina, E. (2011). Efectos de la incorporación de materia orgánica al suelo, sobre el comportamiento agronómico del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en la zona de Babahoyo. Tesis de Grado Ingeniero Agropecuario. Universidad Técnica de Babahoyo. 68p.
6. Attanandana, T., Yost, R. 2004. Estrategia de manejo de nutrientes por sitio específico en maíz. Instituto de la Potasa y Fósforo. Informaciones. Agronómicas N° 53. p 1-4.
7. Barber, S. 2007. Alcance nuevas metas en el rendimiento del maíz. La Hacienda (EE. UU) 62 (2):63.
8. Barrido, v., Paterniani, e. Y Morett, e. 1994. Logros obtenidos en el Programa de Mejoramiento del maíz de Danac. II Jornada Científica Nacional del maíz. Unellez, portuguesa. VE. p. 71-73.
9. Below, F. 2002. Fisiología, nutrición y fertilización nitrogenada de maíz. Instituto de la Potasa y Fósforo. Informaciones. Agronómicas N° 54. pp:3-9.
10. Bernard, J. Thompson, L. Silke, K. Los suelos y su fertilidad. Editorial Reverté, S. A. España. pp 229 – 231. 2000.
11. Carretero, I. Ibáñez, J. (2002). Microorganismos y agricultura moderna. Serie Agrícola, tomo 1. Editorial Cultural S.A. Madrid-España. pp 80 – 95.
12. Castro, M. 2015. Fertilización con microelementos o micronutrientes y con elementos secundarios. Disponible en <http://www.agroes.es/agricultura/abonos/214-fertilizacion-microelementos-elementos-secundarios-agricultura>

13. Casas, F. 2011. Producción Agropecuaria en el Paraguay. In Memoria Seminario-Taller. 3-6 Nov-2010. IICA-CIID. Lima-Perú. 107 p. Disponible en: [www.unlm.edu](http://www.unlm.edu).
14. Chabousson, C. Welsh, C. Gilbert, F. Manejo orgánico de los cultivos y fosforo en el suelo. *Informaciones Agronómicas*, EC. no. 67:13. 2006.
15. CIAT. 2005. Arroz: Investigación y Producción. Los macronutrientes en La nutrición de la planta de arroz, Colombia. P 108
16. Cobos, M. Elaboración de EM BOKASHI y su evaluación en el cultivo de maíz *Zea mays* L. bajo riego en Bramaderos. Tesis Ingeniero Agrónomo. Loja, Ec. Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas. 80p. 2000.
17. FLAR (2007). El Arroz tiene que estar en los planes de desarrollo agropecuario sostenible. Foro Arroceros Latinoamericano. Boletín Informativo 3(1): 16 p.
18. Ferraris, G. y Couretot, L. 2018. Tecnologías para la Aplicación de Microelementos en Maíz. Dosis y Sistemas de Aplicación de Zinc en Combinación con Fuentes Nitrógeno-Azufradas. Disponible en <http://www.fertilizando.com/articulos/Tecnologias-Aplicacion-Microelementos-Maiz.asp>
19. García N., A. (2005) Edafología. Ciencias Ambientales. Disponible en Internet: <http://www.unex.es/edafo/ECAP/ECAL5PFQReaccion.htm> (Consultado: 02 octubre, 2005).
20. Gros, A. y Domínguez, A. Abonos guía práctica de la Fertilización. 12va edición. Ediciones Mund - prensa. Madrid. 450 p. 2004.
21. Hirzel, J.; Salazar, F. Uso de enmiendas orgánicas como fuente de fertilización en cultivos. In: Curso de acreditación para operadores SIRSD 2011: Técnicas de conservación de suelos, agua y vegetación en territorios degradados. Capítulo 5. 30p. 2011.
22. Infoagro. 2018. Los quelatos de microelementos. Disponible en [http://www.infoagro.com/abonos/microelementos\\_quelatados.htm](http://www.infoagro.com/abonos/microelementos_quelatados.htm)
23. INIAP, 2008. Evaluación de un vivero de adaptación y rendimiento de 12 híbridos promisorios de maíz. Estación experimental Santa Catalina, Programa de Cereales. Pp. 14 – 15.
24. Játiva, M. Revista Cultivos Controlados Internacionales, FLOR Y FLOR, Ecuador 3(6):27. 2001.
25. León, O., Colina, E., García, G. (2019). Incorporación de materia orgánica y su efecto en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en Babahoyo. In memorias VII Congreso REDU. Urcuqui, Ecuador. 7:24-26.

26. Mestanza, S., Alcívar, S. 2004. Guía del cultivo del arroz. La Fertilización del cultivo de arroz en Ecuador. FENEARROZ. P. 32
27. Nole, P. (2012). Evaluación agronómica de ocho híbridos de maíz. Loja, Loja, Ecuador.
28. Palafox, A., Tosquy, O., Sierra, M., Turrent, A., Espinosa, A. 2015. Respuesta de híbridos de maíz normales y de alta calidad de proteína a la fertilización química Terra Latinoamericana, vol. 23, núm. 1. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México. pp. 129-135
29. Parsons, D. 2006. El Maíz: Manuales para Educación Agropecuaria. Área de Producción Vegetal. Editorial Trillas. México. p. 9.
30. Pomares, F.; Canet, F. Los residuos orgánicos utilizables en Agricultura: Origen, composición y características. En: Aplicación agrícola de residuos orgánicos. (Boixadera, J. y Teira, M.R,Eds.) Universitat de Lleida. 180p. 2001.
31. Ratto, S., Miguez, F. 2016. Zinc en el cultivo de maíz, deficiencia de oportunidad. Informaciones agronómicas No. 63. Fac. Ciencias Agrarias UCA (1): 14-16. Argentina. P. 8 -15.
32. Rengel, M. 2004. Crecimiento y dinámica de acumulación de nutrientes en maíz (*Zea mays* L.) en Venezuela. Instituto de la Potasa y Fósforo. Informaciones Agronómicas N° 53. pp:9-1.
33. Ripusudan, P. (2001). El Maíz en los Trópicos. Recuperado el 11 de Noviembre de 2015, de Fao: <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s00.htm#toc>
34. Rivero, F. Fertilizantes: Nutrición vegetal, conceptos. Editorial Limusa. México. p 125. 2008.
35. Sarmiento, L. y Bottner, P. (2002) Carbon and nitrogen dynamics in two soils with different fallow times in the high tropical Andes: indications for fertility restoration. *Appl. Soil Ecol.* 19: 79 89.
36. Selke, W. Los Abonos. Editorial Académica León, Universidad de León. España. pp. 58-59. 2008.
37. Serratos, J. (2012). El origen y la Diversidad del Maíz en el continente americano. Recuperado el 11 de Noviembre de 2015, de greenpeace: <http://www.greenpeace.org/mexico/global/mexico/report/2012/9/gporigenmaiz%20final%20web.pdf>
38. Steward, W. 2001. Fertilizante y el ambiente. Instituto de la Potasa y el Fosforo. Informaciones Agronómicas. N° 44. pp 6-7.

39. Tucunango, W. 1993. Nutrición mineral de las plantas. Fitosan S.A. Guayaquil-Ecuador. P 5.



# APÉNDICES

## Apéndice 2. Fotografías



*Figura 1. Preparación del terreno*



*Figura 2. Separación de parcelas*



*Figura 3. Control de malezas*



*Figura 4. Siembra*

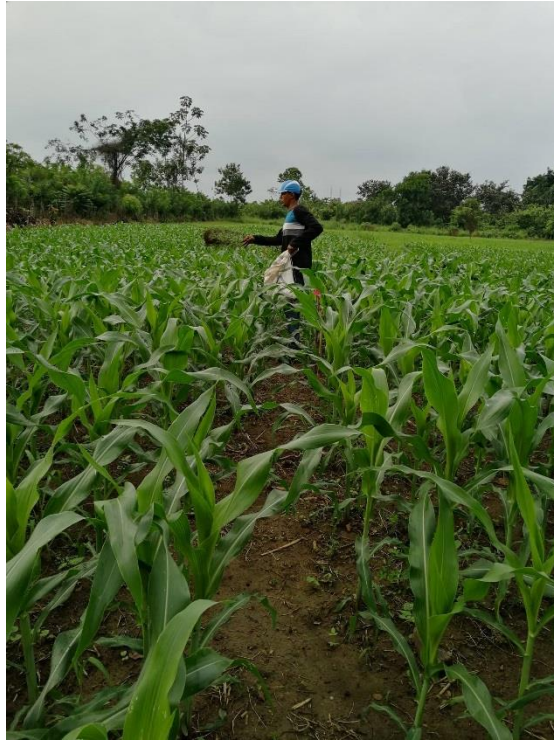




*Figura 5. Fertilización inicial*



*Figura 7. Toma de datos*



*Figura 8. Aplicación de fertilizantes*



*Figura 6. Riego por aspersión*





*Figura 7. Medición de altura de planta*



*Figura 8. Vista del cultivo*