



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



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre las poblaciones de hongos micorrízicos de suelos y en la producción de maíz (*Zea mays L.*), en la zona de Babahoyo.

**AUTOR:**

Eduardo David Paredes Acosta.

**TUTOR:**

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

**BABAHOYO - LOS RÍOS- ECUADOR**

**2019**

## **DEDICATORIA**

Este logro va dedicado principalmente a Dios por ser una fuente de inspiración, por haberme brindado la dicha de vivir y ayudarme con el proceso de obtención de este logro.

A mis padres Eduardo y Digna por ser un ejemplo de perseverancia, fortaleza, paciencia y trabajo que los caracteriza, por su apoyo incondicional mostrado cada día de mi vida.

A mis hermanos Julio, Gabriela y Daniela, por su apoyo, motivación y confianza brindada en los momentos más necesarios.

A mi abuela Gladys por mostrarme su fortaleza y carácter en los momentos más difíciles.

A mi familia y amigos que siempre de una manera u otra estuvieron para darme apoyo en todo momento.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco primero a Dios por darme salud y fuerzas para no desmayar a lo largo de mi periodo académico.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo que me acogió durante estos 4 largos años de estudios en la cual me ha permitido instruirme para alcanzar una de mis metas en mi vida.

A mis padres Eduardo y Digna por su apoyo y amor incondicional a lo largo de mi vida y ciclo estudiantil, ya que sin el apoyo de ellos no fuera esto posible.

A mis hermanos Julio, Gabriela y Daniela que de una manera u otra me han dado apoyo motivacional para culminar mi carrera.

A mi abuela Gladys por su amor apoyo y consejos brindados a lo largo de mi vida y mi ciclo académico.

Agradecimiento especial a mi director de tesis el Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, Mg.Sc., quien ha sido parte fundamental en esta investigación y su acertada ejecución en este proyecto.

A mis familiares y amigos por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida

A mi grupo de las exposiciones durante la formación académica mis amigos Eduardo Paredes, Deivis García, Byron Recalde y Arturo Vera y demás compañeros de curso.

## 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. Origen del Maíz .....	4
2.2. Cultivo de maíz en el Ecuador .....	4
2.3. Taxonomía .....	5
2.4. Morfología .....	6
2.4.1. Raíz .....	6
2.4.2. Tallo .....	6
2.4.3. Hojas .....	6
2.4.4. Inflorescencia.....	7
2.4.5. Grano.....	7
2.5. Etapas de desarrollo de maíz .....	7
2.5.1. Etapa Vegetativa.....	8
2.5.2. Etapa reproductiva .....	9
2.6. Ciclo vegetativo .....	10
2.6.1. Nascencia.....	10
2.6.2. Crecimiento .....	10
2.6.3. Floración.....	10
2.6.4. Fructificación.....	10
2.6.5. Maduración y secado .....	11
2.7. Requerimientos de clima y suelo .....	11
2.7.1. Clima.....	11
2.7.2. Suelo.....	12

2.8. Nutrición en Maíz .....	12
2.9. Beneficios de las Micorrizas sobre el Estrés en Plantas.....	16
2.10. Producto.....	17
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
3.1. Ubicación y Descripción del campo experimental.....	18
3.2. Material de Siembra .....	18
3.3. Tratamientos .....	19
3.4. Diseño Experimental .....	19
3.5. Manejo de ensayo.....	20
3.5.1. Análisis de suelo .....	20
3.5.2. Preparación de suelos.....	20
3.5.3. Siembra .....	20
3.5.4. Control de malezas.....	20
3.5.5. Control de insectos y enfermedades .....	21
3.5.6. Riego .....	21
3.5.7. Fertilización – abonamiento .....	21
3.5.8. Cosecha .....	22
3.6. Datos Evaluados.....	22
3.6.1. Altura de planta.....	22
3.6.2. Altura de inserción a la primera mazorca.....	22
3.6.3. Días floración masculina .....	22
3.6.4. Días cosecha .....	22
3.6.5. Longitud de mazorca.....	22
3.6.6. Número de mazorca por planta.....	22
3.6.7. Número de granos por mazorca.....	22
3.6.8. Peso de 100 granos.....	23
3.6.9 Rendimiento por hectárea.....	23

3.6.10. Análisis económico .....	23
3.6.11. Conteo de esporas .....	23
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>25</b>
4.1. Altura de planta.....	25
4.2. Altura de Inserción de mazorca .....	26
4.3. Días floración masculina. ....	27
4.4. Días cosecha.....	28
4.5. Longitud de mazorca.....	29
4.6. Numero de mazorca por planta .....	30
4.7. Números de granos por mazorca.....	31
4.8. Peso de 100 granos.....	32
4.9. Rendimiento por hectárea.....	33
4.10. Análisis económico .....	34
4.11. Conteo de esporas.....	36
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>37</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>38</b>
<b>VII. RESUMEN .....</b>	<b>39</b>
<b>VIII. SUMMARY .....</b>	<b>40</b>
<b>IX. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>41</b>

## Índice de Cuadros

Cuadro 1. Etapas del cultivo de maíz.....	8
Cuadro 2. Características del híbrido de maíz Somma .....	18
Cuadro 3. Altura de planta con la aplicación de micorrizas y diferentes niveles de fertilización nitrogenada en la producción de maíz, Babahoyo. 2019. ....	25
Cuadro 4. Altura de inserción de mazorca con la aplicación de micorrizas y diferentes niveles de fertilización nitrogenada en la producción de maíz, Babahoyo 2019.....	26
Cuadro 5. Días floración masculina con la aplicación de micorrizas y diferentes niveles de fertilización nitrogenada en la producción de maíz, Babahoyo 2019.....	27
Cuadro 6. Días cosecha con la aplicación de micorrizas y diferentes niveles de fertilización nitrogenada en la producción de maíz, Babahoyo 2019 .....	28
Cuadro 7. Longitud de mazorca con la aplicación de micorrizas y diferentes niveles de fertilización nitrogenada en la producción de maíz, Babahoyo 2019 .....	29
Cuadro 8. Número de mazorcas por planta con la aplicación de micorrizas y diferentes niveles de fertilización nitrogenada en la producción de maíz, Babahoyo 2019 .....	30
Cuadro 9. Numero de granos por mazorca con la aplicación de micorrizas y diferentes niveles de fertilización nitrogenada en la producción de maíz, Babahoyo 2019.....	31
Cuadro 10. Peso de 100 granos con la aplicación de micorrizas y diferentes niveles de fertilización nitrogenada en la producción de maíz, Babahoyo 2019 .....	32
Cuadro 11, Rendimiento por hectárea con la aplicación de micorrizas y diferentes niveles de fertilización nitrogenada en la producción de maíz, Babahoyo 2019.....	33
Cuadro 13. Costos fijos por hectárea con la aplicación de micorrizas y diferentes niveles de fertilización nitrogenada en la producción de maíz, Babahoyo 2019.....	34
Cuadro 12. Análisis económico con la aplicación de micorrizas y diferentes niveles de fertilización nitrogenada en la producción de maíz, Babahoyo 2019 .....	35
Cuadro 14. Conteo de esporas en suelo con la aplicación de micorrizas y diferentes niveles de fertilización nitrogenada en la producción de maíz, Babahoyo 2019.....	36

## Índice de figuras.

<b>Figura 1. Planta de maíz que muestra hojas completamente emergidas con cuellos de hojas visibles.....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 2. Medición de terreno.....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 3. Separación de parcelas .....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 4. Material de siembra Somma .....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 5. Siembra .....</b>	<b>57</b>
<b>Figura 6. Fertilización inicial de Fosforo y Potasio .....</b>	<b>58</b>
<b>Figura 7. Micorrizas VAM Huxtable.....</b>	<b>58</b>
<b>Figura 8. Riego por gravedad.....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 9. Control de malezas manual .....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 10. Toma de datos .....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 11. Cosecha .....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 12. Visita del Coordinador de tesis de la Escuela de Agronomía.....</b>	<b>61</b>



## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del maíz (*Zea mays L.*), es hoy considerado como uno de los cultivos que tiene mayor importancia para la agricultura en el Ecuador. Esto se da por su amplia variedad de usos tanto en la agroindustria como en la alimentación humana directa.

La producción mundial del maíz de acuerdo con la FAO señaló que hubo un incremento de 33 millones de toneladas (1,3 %) de la producción mundial de cereales en 2017. Gracias a la mayor oferta, la utilización total de maíz en 2017/18 se sitúa actualmente en 601 millones de toneladas proporcionadas con buenos manejos nutricionales; es decir, 2,6 millones de toneladas (un 0,4 %) y 18,2 millones de toneladas (un 3,1 %) más que en 2016/17<sup>1</sup>.

Los sistemas de producción de mayor importancia se encuentran en las provincias de Los Ríos, Guayas y Manabí; en estas se concentran el algo más del 81,9 % del total del área sembrada. A nivel nacional la superficie cosechada de maíz duro seco fue de 365 334 hectáreas, presentando un crecimiento del 1,8 % en comparación con el 2017. La producción fue de 1,3 millones de toneladas, registrando un crecimiento del 7,8 %.

La provincia de Los Ríos cultiva 146 134 hectáreas aproximadamente sobre todo en la época seca, el total de área cosechada fue de 94 942 hectáreas con un producción total de 597 585 toneladas, un promedio de 6,29 toneladas por hectárea, la provincia de Manabí cultiva 88 411 hectáreas aproximadamente, el total de área cosechada fue de 82 123 hectáreas con una producción total de 457 421 toneladas, un promedio de 5,57 toneladas por hectárea, y la provincia del Guayas cultiva 64 664 hectáreas aproximadamente, el total de área cosechada fue de 38 873 hectáreas con una producción total de 181 407 toneladas, un promedio de 4,67 toneladas por hectárea <sup>2</sup>.

El país se particulariza por la gran variedad y la riqueza de sus recursos naturales, dentro de los cuales se puede recalcar en particular la presencia de suelos volcánicos con

---

<sup>1</sup> Fuente: (FAO, 2018) Situación Alimentaria Mundial. Obtenido de Nota informativa de la FAO sobre la oferta y la demanda de cereales: <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/>

<sup>2</sup> Fuente: (ESPAC, 2018) [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2018/Boletin%20tecnico.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2018/Boletin%20tecnico.pdf)

un potencial agrícola elevado y una amplia gama de climas sobre distancias cortas. Muy temprano, el ser humano supo emplear estas condiciones favorables y desarrollar una agricultura floreciente que se distingue por sus producciones de una notable diversidad de donde alternan productos tropicales y de clima templado.

Las micorrizas poseen características tanto químicas como físicas y a su vez biológicas que establecen la fertilización y conservación de los agro sistemas, la actividad de estos microorganismos trasciende en la cinética que se lleva a cabo en los suelos cultivados como no cultivados tales como: la mineralización e inmovilización de nutrientes y su participación en el ciclo de los nutrientes del suelo.

Los hongos micorrícicos son especies con la cualidad de colonizar el exterior (ectomicorrizas) o interior (endomycorrizas) de las raíces de absorción para conseguir compuestos orgánicos esenciales. En retribución, los hongos extienden largos filamentos vegetativos (micelio) en el suelo para sacar agua y elementos esenciales para compartirlos con las plantas. Las micorrizas son competentes de absorber, acumular y transferir los principales macro y micronutrientes y el agua a la planta más rápidamente que las raíces sin micorrizas. El principal beneficio que las plantas obtienen de las micorrizas es el incremento en la adquisición de nutrimentos de baja movilidad y disponibilidad como el fósforo. Sin embargo, los últimos estudios han demostrado, que el beneficio es más amplio y complejo, señalando que las plantas micorrizadas pueden aceptar ambientes adversos, bióticos y abióticos.

Existen factores que perjudican las poblaciones de micorrizas arbusculares, entre los problemas que más se presentan se tiene: prácticas culturales agrícolas incorrectas como fertilización y labranza, las cuales ocasionan mermas en la colonización del hongo. Toda esta situación ocasiona condiciones desfavorables para nutrición de los cultivos, por lo que se hace precisa la búsqueda de nuevas alternativas de fertilización, teniendo en cuenta que entre los principales elementos en la nutrición de los cultivos se encuentran el Nitrógeno y el Fósforo, muy importantes para el desarrollo y crecimiento de los cultivos agrícolas.

Por lo expuesto anteriormente, el presente trabajo experimental está orientado a determinar el efecto que provoca la fertilización nitrogenada mal balanceada en las poblaciones de micorrizas en suelos productores de la gramínea.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo General**

Determinar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre las poblaciones de hongos micorrízicos de suelos y en la producción de maíz (*Zea mays L.*), en la zona de Babahoyo.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar el efecto de la aplicación de fertilizantes nitrogenados sobre las poblaciones de micorrizas en el maíz.
- Determinar la dosis más influyente sobre la disminución de las poblaciones del hongo en el suelo.
- Realizar el análisis económico en relación con el beneficio/costo.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Origen del Maíz**

Acosta (2009) menciona que el maíz se originó en una parte restringida de México y los tipos más desarrollados emigraron posteriormente hacia otros sitios de América. Hoy no caben dudas que el origen del maíz es americano, pero nunca fue citado en ningún tratado antiguo, ni en la Biblia, hasta el hallazgo de América por Cristóbal Colón. El maíz apareció aproximadamente entre los años 8 000 y 600 AC en Mesoamérica (México y Guatemala), probablemente a lo largo del acantilado occidental de México Central o del Sur, a 500 km de la Ciudad de México.

### **2.2. Cultivo de maíz en el Ecuador**

Baca (2016) menciona que el maíz es uno de los productos de vital importancia dentro del consumo a nivel mundial, no solo como alimento de consumo para el ser humano, sino también como alimento para animales de crianza de los cuales luego se aprovecha su carne y demás derivados, un claro ejemplo de esto es la carne de pollo y la carne de cerdo. Otro uso importante que se le da a este producto es en la industria de los biocombustibles, a pesar de que no tiene un peso altamente considerado dentro de la producción total de los biocombustibles ese aporte ha generado en los últimos tiempos una disminución en la producción de este grano como alimento humano y de animales poniendo en serio peligro la seguridad alimentaria de este producto.

De acuerdo a los datos publicados por el ESPAC, citado por Cuichán; Márquez (2018) los sistemas de producción de mayor importancia se encuentran en las provincias de Los Ríos, Guayas y Manabí; en estas se concentran el algo más del 81,9 % del total del área sembrada. A nivel nacional la superficie cosechada de maíz duro seco fue de 365.334 hectáreas, presentando un crecimiento del 1,8 % en comparación con el 2017. La producción fue de 1,3 millones de toneladas, registrando un crecimiento del 7,8 %.

En el 2018, la superficie sembrada de maíz duro seco a nivel nacional fue de 383.399 hectáreas, y la superficie cosechada fue de 365 334 hectáreas. La producción se concentra en la provincia de los Ríos 45,4 %, la provincia de Los Ríos cultiva 146 134

hectáreas aproximadamente sobre todo en la época seca, el total de área cosechada fue de 94 942 hectáreas con un producción total de 597 585 toneladas, un promedio de 6,29 toneladas por hectárea, la provincia de Manabí representa un 24,9 %, cultiva 88 411 hectáreas aproximadamente, el total de área cosechada fue de 82 123 hectáreas con una producción total de 457 421 toneladas, un promedio de 5,57 toneladas por hectárea, la provincia del Guayas representa el 17,5 %, cultiva 64 664 hectáreas aproximadamente, el total de área cosechada fue de 38 873 hectáreas con una producción total de 181 407 toneladas, un promedio de 4,67 toneladas por hectárea. La provincia de Santa Elena representa con el 0,8 %, cultivan aproximadamente 3 067 hectáreas aproximadamente, el total de área cosechada fue de 2 923 hectáreas con una producción total de 10 593 toneladas, un promedio de 3,62 toneladas por hectárea. Mientras que en otras provincias representan el 5,7%, cultivan aproximadamente 21 854 hectáreas, el total de área cosechada fue de 20 824 hectáreas con una producción total de 75 476 toneladas (INEC;ESPAC 2019).

### 2.3. Taxonomía

Según la clasificación. Guacho (2012)

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>Subdivisión:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Liliopsida
<b>Subclase:</b>	Commelinidae
<b>Orden:</b>	Poales
<b>Familia:</b>	Poaceae
<b>Género:</b>	Zea
<b>Especie:</b>	Mays
<b>Nombre científico:</b>	Zea mays L.

## 2.4. Morfología

La planta de maíz es porte robusto de un fácil desarrollo y se puede producir todo el año.

### 2.4.1. Raíz

Chocano (s. f.) nos indica que la raíz de una planta de maíz es fasciculada con un excelente desarrollo. Poseen tres tipos de raíces que son los siguientes:

**Seminales:** Se desarrollan en la semilla después de la radícula para darle sostén a la planta. No son permanentes.

**Permanentes:** En este grupo están adjuntadas las principales y secundarias. Estas se desarrollan por encima de las primeras raicillas en la zona llamada corona. Este grupo conforma el llamado sistema radicular principal.

**Adventicias:** Brotan de los nudos inferiores del tallo y sirven de sostén en las últimas etapas del crecimiento, absorbiendo a la vez agua y sustancias nutritivas.

### 2.4.2. Tallo

Chocano (s. f.) nos recalca que el tallo es simple erecto, de una gran longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones.

Por su aspecto es asimila al de una caña, no posee entrenudos y si una médula esponjosa si se realiza una incisión transversal.(Infoagro s. f.)

El primer tallo que surge de la semilla se llama mesocotilo, que se alarga más o menos según la profundidad de siembra, al término de este tallo se forma la corona y luego el tallo final y las raíces.

### 2.4.3. Hojas

Guerreño (2019) dice que este cereal tiene la hoja semejante a la de otras gramíneas; está conformada de vaina, cuello y lámina. La vaina es una estructura cilíndrica, abierta hasta la base, que sale de la parte superior del nudo. El cuello es la zona

de cambio entre la vaina envolvente y la lámina abierta. La lámina es una banda angosta y delgada hasta de 1,5 m. de largo por 10 cm. de ancho, que concluye en un ápice muy agudo. El nervio central está bien desarrollado, es prominente en el envés de la hoja y cóncavo en el lado superior.

#### **2.4.4. Inflorescencia**

Ortas (2008) sostiene que el maíz es una planta monoica, tiene flores masculinas y flores femeninas separadas, pero en el mismo pie. La flor masculina presenta una forma de panícula y se encuentra ubicada en la parte superior de la planta. La flor femenina, la futura mazorca, se ubica a media altura de la planta. La flor está compuesta por numerosas flores dispuestas en una ramificación lateral, cilíndrica y envuelta por, brácteas, falsas hojas o espatas. Los estilos de cada flor descuellan de las brácteas formando las sedas. Cada flor que es fecundada formará un grano que estará agrupado en torno a un eje grueso o zulo.

#### **2.4.5. Grano**

Chocano (s. f.) nos indica que el grano se dispone en hileras longitudinales y hay varios cientos en una mazorca. Generalmente es aplastado en un plano perpendicular al eje de la mazorca, como lo son la mayoría de los nuevos híbridos que hay en maíz. El grano se introduce a la mazorca por el pedúnculo de la flor. El grano dispone de un número de líneas por mazorca de 10 a 22. Un número por línea de 18 a 42. En lo que es el color de grano de maíz, es muy variado pero el más usual es el amarillo, al igual que su forma que pueden ser prismática, ovoidal, liso, picudo.

### **2.5. Etapas de desarrollo de maíz**

Endicott (2015) En el cuadro 1 nos menciona que, al determinar las etapas de desarrollo del maíz, es de suma importancia conocer que se utiliza más de un sistema para poder describir el desarrollo. El sistema del cuello de la hoja divide el desarrollo del maíz en etapas vegetativas (V) y reproductivas (R). El empleo de este sistema marca etapas fisiológicas definidas en el desarrollo de la planta. Esto nos simplifica la diferenciación entre las etapas, en vez de servirse de otros sistemas indicadores, tales como la altura de la

planta o las hojas expuestas, que incluyen los sistemas de altura de la planta y numeración de puntas de hojas.

*Cuadro 1. Etapas del cultivo de maíz*

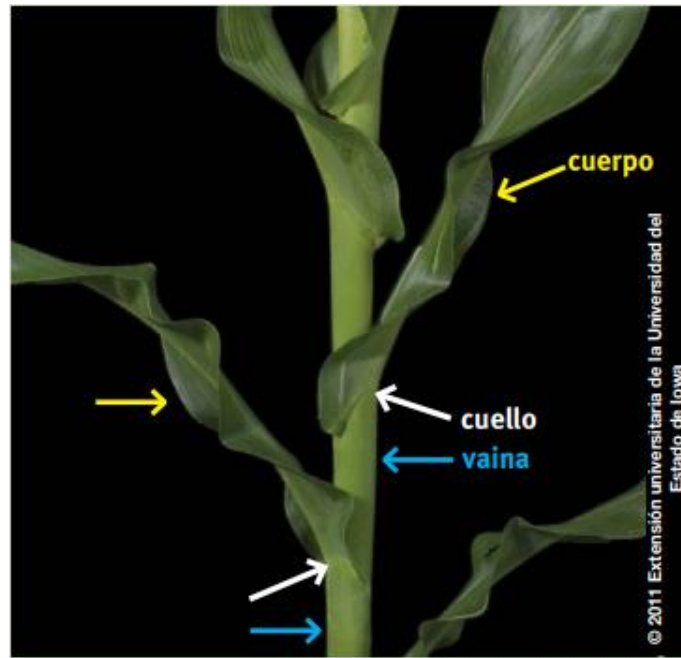
Etapas vegetativas		Etapas reproductivas	
VE	Emergencia	R1	Aparición de los estigmas
V1	Primera hoja	R2	Blíster
V2	Segunda hoja	R3	Grano lechoso
V3	Tercera hoja	R4	Grano pastoso
V(n)	Enésima hoja	R5	Grano dentado
VT	Aparición de las panojas	R6	Grano maduro

Fuente (Endicott 2015)

### **2.5.1. Etapa Vegetativa**

Endicott (2015) menciona que las etapas vegetativas (V) se distinguen por la presencia del cuello de una hoja en hojas emergidas. La hoja de maíz tiene tres partes principales: el cuerpo, la vaina y el cuello. El cuerpo es la parte plana de la hoja que interrumpe la luz solar; la vaina es la parte que se envuelve alrededor del tallo; y el cuello es la línea de demarcación entre el cuerpo y la vaina, normalmente con una curva definida (Figura 1). A medida que la planta de maíz crece, cada hoja sucesiva sale a la luz debido a la elongación del tallo y a la expansión de la hoja en secuencia desde la semilla hasta la panoja. la primera parte visible es la punta de la hoja; luego le sigue el cuerpo de la hoja, y finalmente el cuello y la vaina. Cuando un cuello es completamente visible, la hoja se la puede considerar completamente emergida y se cuenta en el esquema de etapas. Las etapas vegetativas (Tabla 1) del desarrollo inician con la emergencia (VE) y prolongan de forma numérica con cada hoja sucesiva hasta que emerge la panoja (VT).





*Figura 1. Planta de maíz que muestra hojas completamente emergidas con cuellos de hojas visibles*

### **2.5.2. Etapa reproductiva**

Endicott (2015) nos dice que las etapas reproductivas se distinguen por la emergencia de granos en desarrollo en la mazorca, a excepción de la primera etapa reproductiva (R1), que se reconoce únicamente por la emergencia de estigmas de las chalas. Consiste en seis etapas reproductivas (Tabla 1).

Martinez (2015) menciona que la planta de maíz es de crecimiento determinado, marcando el inicio de la floración la finalización del crecimiento vegetativo, no obstante, la diferenciación de las estructuras reproductivas inicia en las etapas tempranas del desarrollo del cultivo, a partir de V4-V6. En el embrión de la semilla de maíz se encuentran diferenciadas generalmente, las 5 primeras hojas y la radícula (de allí la importancia que adquiere la prueba de Tetrazolio en el análisis de calidad de las semillas, que permite valorar las futuras estructuras de la planta). Para una óptima germinación la semilla deberá absorber un 30 a 40% de su peso en agua.

Además, al concluir la etapa de germinación la plántula tiene 2 hojas emergidas, y el meristema apical o ápice todavía se encuentra localizado bajo el nivel de la superficie

del suelo (situación que le permite tolerar heladas tardías). En esta etapa, el meristema va elaborando primordios de hojas y yemas, a una tasa relativamente constante denominada plastocrono (con valores de 20-21 °C día, con temperatura base de 8 °C). Los primeros 4-5 entrenudos no muestran elongación y empiezan a aparecer las raíces nodales que van sustituyendo a las raíces seminales. La elongación de los entrenudos empieza a partir de V6 continuando hasta la aparición de los estigmas (R1), momento en el cual queda definida la altura máxima de la planta y la mayor parte del área foliar (todas las hojas ya se han desplegado completamente).

## **2.6. Ciclo vegetativo**

### **2.6.1. Nascencia**

Oñate (2016) Nos menciona el periodo que transcurre desde la siembra hasta la aparición del coleóptilo, cuya duración aproximada es de 6 a 8 días.

### **2.6.2. Crecimiento**

Una vez nacido el maíz, si las condiciones que presenta el cultivo son normales aparece una hoja nueva cada tres días. A los 15-20 días siguientes a la nascencia de la planta, debe poseer entre cinco o seis hojas aproximadamente, siendo así la planta deberá tener formadas sus hojas en las primeras 4-5 semanas.

### **2.6.3. Floración**

A los 25-30 días de realizarse la siembra, la planta de maíz empieza la formación de la panoja en el interior del tallo y en la base de este. Cuando la planta tenga de 4 a 6 semanas, desde este momento empezará la liberación del polen, esto tiende a tener una duración de 5 a 8 días, pudiendo aparecer problemas si las temperaturas son altas o se provoca en la planta un estrés por falta de riego o de lluvias.

### **2.6.4. Fructificación**

Lafitte (s. f.) Nos menciona que una vez que la planta haya establecido el número de granos por mazorca, el rendimiento final depende de la disponibilidad de materiales asimilados corrientes y almacenados. Los carbohidratos y otros nutrimentos se aglomeran

en el espacio que queda libre debajo de los granos en desarrollo y se desplazan hacia los granos siguiendo un gradiente de difusión. Una consecuencia de este proceso importante es que los desbalances en el abastecimiento de los distintos constituyentes del grano consiguen limitar su desarrollo. Por ejemplo, bajo las condiciones de baja disponibilidad de nitrógeno, el crecimiento del grano depende de una estricta estequiometría entre el carbono y el nitrógeno.

### **2.6.5. Maduración y secado**

El mismo autor menciona nos menciona que al final de la octava semana seguidamente de la polinización, el grano logra su máximo de materia seca, pudiendo así considerar que el grano ha llegado a su madurez fisiológica.

(Fassio (1998) afirma que después de la madurez fisiológica, debemos dejar que el grano seque hasta que tenga una humedad adecuada para la cosecha. La tasa de secado es damnificada por las condiciones climáticas y por las particularidades de los cultivares. Schmidt y Hallauer (1966) localizaron que previo de madurez fisiológica, la humedad del grano es esencialmente un proceso fisiológico que tiene alguna vinculación con la temperatura del aire. Por debajo de 39 % de humedad, descubrieron que la pérdida de humedad está más correlacionada con una escasez en la presión de vapor.

## **2.7. Requerimientos de clima y suelo**

### **2.7.1. Clima**

AGROCALIDAD (2014) nos menciona que las condiciones climáticas óptimas bajo las cuales puede manejarse el cultivo de maíz duro son fundamentales para el éxito de la producción, por ello cabe recalcar que es importante considerar los siguientes factores para una buena producción:

Pluviosidad: 650 a 1300 mm/año

Temperatura: 18 °C a 30 °C

Humedad relativa: 65 a 85%

Altitud: 0 – 2.500 msnm.

Viento: moderado

### **2.7.2. Suelo**

Lagos (s. f.) Nos menciona que el maíz es una planta con un gran desarrollo radicular, por lo tanto, se necesitan suelos planos y profundos con buena aireación, de textura franco a franco-arcillosa, con un excelente drenaje y que puedan retener suficientes nutrientes y humedad, el pH óptimo para llevar un buen cultivo es de 5.5 a 6.5. En suelos denominados "pesados" (arcillosos) la exageración de humedad por un período extendido nos afectaría en forma negativa la producción del maizal. Los suelos muy arenosos en cambio no tienen una buena retención de humedad, lo cual nos conduce a riesgos como bajos rendimientos en el cultivo.

### **2.8. Nutrición en Maíz**

Fertilizar (2018) nos menciona que las plantas para obtener un crecimiento saludable y productivo, requieren de diecisiete elementos esenciales: carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), azufre (S), magnesio (Mg), calcio (Ca), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo), cloro (Cl) y níquel (Ni). Además, otros elementos tales como sodio (Na), cobalto (Co) y silicio (Si), también son esenciales para el crecimiento de algunas especies. Carbono, H y O son obtenidos desde la atmósfera y el agua. El resto de los elementos, según sus concentraciones medias en las plantas, pueden dividirse en tres grupos: macronutrientes primarios (N, P y K), macronutrientes secundarios (S, Mg y Ca) y micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl y Ni).

Melgar (s. f.) Nos dice que el manejo eficiente de la fertilización del cultivo de maíz es uno de los pilares más importantes para poder alcanzar altos rendimientos sostenidos en el tiempo, sin embargo, a nivel de establecimiento agropecuario, la fertilización representa una tecnología que debe ser incorporada dentro del proceso de producción. Es elemental que exista un proceso de planificación y programación de la producción, dentro del cual se deberá definir un plan de fertilización.

Gaspar (2013) menciona que el Nitrógeno Es el nutriente motor del crecimiento. Cuando la planta lo absorbe, lo acumula como nitrato en las hojas, y es este nitrato el encargado de motorizar la síntesis del complejo hormonal del crecimiento, cuyo exponente principal es el AIA (ácido indol acético). Así mismo, el nitrógeno es el componente principal de la mayoría de los aminoácidos que integran las proteínas.

El mismo autor menciona que el Fosforo es la fuente de energía necesaria para que se produzcan todos los procesos metabólicos en la planta. Su deficiencia le imposibilita a la planta completar normalmente dichos procesos. Los dos momentos críticos en los que su presencia es fundamental son: a la germinación, para favorecer un rápido crecimiento radicular; V6, es decir cuando comienza el crecimiento vegetativo lineal y por ende la mayor demanda y en prefloración, es decir en los momentos en los que comienza una gran actividad metabólica asociada a la fecundación y comienzo del llenado de los granos.

Alcántara (2016) menciona que la absorción de Potasio se efectúa principalmente durante el período de crecimiento vegetativo. El 70 % de las necesidades se extrae durante el mes precedente a la floración masculina. Los granos, en la madurez, solo contienen y exportan el 25 % del potasio absorbido. El enterrado de los tallos y hojas permite restituir el 75 % de la potasa asimilada. Los excesos de abonado potásico ocasionan deficiencias de magnesio. La carencia de potasio se manifiesta con desecación de los bordes de las hojas. Indica que el potasio (K) forma parte principalmente de los tejidos vegetativos de la planta, y por eso acumula en etapas muy tempranas, siendo el nutriente cuya concentración aumenta más rápidamente durante el ciclo de los cultivos. Esto sucede especialmente en las gramíneas como el Trigo y el Maíz, las cuales a la floración ya han absorbido alrededor de un 90 % del total.

SYNGENTA (s. f.) menciona que el Azufre durante las últimas campañas se viene observando un aumento en la cantidad de lotes con respuesta a este nutriente. La determinación de laboratorio usada actualmente no es una herramienta confiable de diagnóstico para la fertilización azufrada, por lo tanto, las recomendaciones se basan en

caracterizar ambientes con alta probabilidad de respuesta. Debido a que este elemento está muy asociado a la materia orgánica, los ambientes con deficiencia de este nutriente son aquellos que han tenido varios años de labranza, en monocultivo de soja, y suelos arenosos. También, se observan respuestas a S cuando se optimiza la fertilización con N y P, ya que se genera una deficiencia inducida de este nutriente.

K/S (s. f.) menciona que la absorción de Mg por parte de la planta es influenciada negativamente por una relación K: Mg- y Ca: Mg alta, así como un bajo valor de pH de los suelos. De esta forma, a pesar del suelo tener un alto contenido de Mg, puede aparecer una deficiencia de magnesio latente o aguda para las plantas. Además de los iones de  $Mg^{2+}$  que se encuentran en la solución del suelo, una fracción del magnesio es intercambiable al encontrarse electrostáticamente fijada a la materia orgánica o minerales arcillosos dependiendo su liberación del efecto que tiene la absorción de un  $Mg^{2+}$  en la solución del suelo en el equilibrio con la fase fracción intercambiable. En la fracción no intercambiable, el magnesio está en la red de cristal la cual es la base estructural directa de los silicatos del suelo. Tan solo las dos primeras fracciones son disponibles para las plantas.

Barea (2016) comenta que en el suelo existe una gran diversidad de microorganismos, muchos de los cuales desarrollan actividades beneficiosas para los cultivos agrícolas. Entre estos seres microscópicos destacan unos hongos que colonizan las raíces y establecen así unas relaciones simbióticas con las plantas conocidas como micorrizas. El interés de esta simbiosis radica en sus demostrados efectos en el aporte de nutrientes y agua a las plantas, así como en la protección de estas frente a agentes o situaciones (ataque de patógenos, salinidad, sequía, contaminantes...) que causan estrés a los cultivos, lo que repercute en la producción de alimentos sanos.

Couretot (2007) indica que desde hace tiempo se sabe que la Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN) hace un aporte considerable de N a las plantas de la familia de las Leguminosas. Sin embargo, la utilización por parte de los productores de inoculantes a base de las bacterias que asumen este proceso era restringida hasta hace pocos años. Las elaboraciones de productos de mayor calidad y los resultados a favor son observados en ensayos de investigación posibilitaron que se incremente su uso, a la vez que despertaron interés sobre otros microorganismos como Azospirillum, Pseudomonas o Micorrizas. Estos microorganismos están orientados a favorecer la adquisición de nutrientes por parte de los

cultivos, principalmente de gramíneas, a la vez de ejercer un efecto promotor del crecimiento que ayude a superar situaciones de estrés o simplemente logre incrementar su tasa de crecimiento en algún estadio importante para la definición de los rendimientos.

Morell (2009) nos menciona que estos endófitos fúngicos tienen la destreza de colonizar diversos ambientes y su éxito ecológico refleja un alto grado de diversidad en las capacidades genéticas y fisiológicas. No puede sorprender, entonces, hallar especies vegetales formando este tipo de asociación en la mayoría de los ecosistemas terrestres, siendo quizás las excepciones algunas plantas de zonas pantanosas y acuáticas.

Aguilera (2006) nos indica que existe un tipo de asociación hongo-raíz más extendido en la naturaleza tal vez sea la denominada endomicorriza o micorriza arbuscular, siendo parte por algunos zigomicetos, los cuales no forman la denominada red de Hartig y por lo cual colonizan intracelularmente la corteza de la raíz por medio de estructuras especializadas denominadas arbuscúlos, que actúan como órganos de intercambio de nutrimentos entre la célula vegetal y el huésped.

Barea (2016) El hongo coloniza las raíces, sin causar daño alguno a la planta y posteriormente desarrolla una red de hifas externas que se extienden y ramifican en el suelo. Mientras que las plantas de interés forestal forman micorrizas con hongos superiores (setas o trufas), las plantas agrícolas, y otras muchas de los ecosistemas naturales, son micorrizadas por hongos microscópicos.

El mismo autor indica que las micorrizas inducen una mayor capacidad de resistencia a sequía y salinidad que les permite tener tasas de transpiración y fotosíntesis superiores bajo tales condiciones adversas.

AgroAlimentando (s. f.) dice que lo recomendable de las micorrizas es aplicarlas y tener un momento de espera, porque en el momento que tiene que germinar y entrar al interior de la raíz, es bastante débil. En ese tiempo en lo posible eliminar cualquier tipo de aplicación al suelo. Las tricotermas son compatibles con las micorrizas, pero no aplicadas al mismo tiempo. Las tricotermas para que no las conocen son un patógeno de hongos, se puede aplicar, pero antes o después de haber puesto las micorrizas.

Andrade;Torres (2010) manifiesta que la clasificación actual fue propuesta por Harley y Smith en 1983, y fue refrendada por Smith y Read en 1997. Reconoce siete diferentes tipos de micorriza, considerando tanto sus características estructurales como el grupo taxonómico del hongo o la planta involucrada y las alteraciones morfológicas que experimentan las partes en el desarrollo de la nueva estructura.

- Ectomicorriza
- Micorriza arbusculares
- Endomicorriza
- Micorriza ericoide
- Ectendomicorriza
- Micorriza arbutoide
- Micorriza monotropoide

## **2.9. Beneficios de las Micorrizas sobre el Estrés en Plantas**

FERTILAB (s. f.) Micorrizas y el estrés vegetal: Las micorrizas absorben azúcares de la raíz de las plantas e introducen nutrientes como el fósforo, nitrógeno, potasio, calcio, azufre, zinc, etc. en su sistema vascular. Presentan un papel decisivo en la absorción del fósforo mineral. Diferentes microorganismos tienen efectos positivos en el crecimiento y desarrollo de distintos cultivos (ej. *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Frankia*, *Azotobacter*, etc.), como alternativa para la nutrición de las plantas, la defensa de los suelos contra la degradación y la protección fitosanitaria de los cultivos, entre otros. Así, las micorrizas son microorganismos que tienen un efecto positivo ante el estrés en las plantas.

También menciona que el efecto de las micorrizas sobre estrés hídrico: Cuando los cultivos están bajo condiciones de estrés hídrico se observa un mayor contenido en proteínas. La micorrización (aplicación/inoculación de micorrizas), podría atenuar las alteraciones provocadas por la falta de agua y mejorar la capacidad de resistencia al estrés. Es importante además mencionar que las micorrizas tienen una importante función en la mejora de absorción de agua por las plantas. Las micorrizas hacen más eficiente el sistema radical de las plantas, pues son capaces de alcanzar, a mayor distancia, nutrientes y agua, donde las raíces no podrían llegar. Este beneficio hace que las plantas sean más eficientes antes situaciones de estrés hídrico. Gracias a la mayor asimilación ya no solo de agua, sino



de nutrientes (minerales, sales, etc.) facilita un aumento en la producción y una mayor calidad biológica.

De Dios y Navarro (s. f.) indica que la inoculación de las plantas con hongos micorrizógenos provoca, de manera general, un marcado incremento en los procesos de absorción y traslocación de nutrientes como: N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mo, Fe, Mn, entre otros, Las micorrizas mejoran la capacidad productiva de suelos poco productivos, como los afectados por la desertificación, la salinización, la erosión hídrica y eólica. Los suelos ricos en fosfatos y nitratos muestran menos respuesta de la planta (fertilidad, productividad, crecimiento, grado de desarrollo) con micorrizas.

## 2.10. Producto

### Micorriza Líquida VAM

Huxtable (s. f.) **Formulación:** HUXTABLE<sup>®</sup> MICORRIZA VAM<sup>®</sup> (Vesicular-Arbuscular-Micorrizas) es un producto biológico, 100 por ciento natural y ecológico, proveniente de nuestros bosques de árboles nativos de la selva tropical ecuatoriana. La función de este hongo benéfico del suelo, que vive en simbiosis o convivencia mutua con las raíces de las plantas, es conducir agua, macro y microelementos hacia la raíz.

Huxtable (s. f.) **Material portador:** Arcilla expandida de color café en mezcla con miel invertida fosfatada. Densidad: 1,675 g/litro. % humedad: 85—90%. Grado de Infección: 500 unidades de hifas de hongos VAM (Vesicular-Arbuscular-Micorrizas), Especificaciones Técnicas: Es una arcilla expandida con inclusiones de raíces finas con unidades de infección (esporas / hifas) de hongos micorrizas Arbuscular, tropicales identificados como: nva, ecm, etm, acr; provenientes de los árboles de los tipos: yalte, copal, sangre de gallina, chanul y otros. Dosis y recomendaciones de uso: diluir huxtable<sup>®</sup> micorriza vam<sup>®</sup> a razón de un 1 litro en 10 litros de agua y esta dilución aplicar en la dosis que se recomienda.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

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

El presente trabajo de investigación se realizó en los terrenos de la Granja Experimental San Pablo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias-Universidad Técnica de Babahoyo ubicada en el km 7,5 de la vía Babahoyo-Montalvo. Las coordenadas UTM son -1.800659 E y -79.482175 N. La zona presenta un clima tropical según clasificación de Köppen, con temperatura anual de 24,2° C, precipitación de 1934,1 mm/año<sup>3</sup>.

#### 3.2. Material de Siembra

En el cuadro 2, nos muestra el híbrido que se empleó para la siembra, el híbrido de maíz SOMMA, el cual tiene las siguientes características<sup>4</sup>:

*Cuadro 2. Características del híbrido de maíz Somma*

<b>Variedad</b>	<b>SOMMA</b>
Altura promedio de planta	2,07m
Altura promedio de inserción de la mazorca	0,95 m
Días promedio a la floración femenina	60 días
Ciclo vegetativo promedio	125 días
Longitud promedio de la mazorca	17,1 cm
Numero de hileras promedio por mazorca	14
Índice de desgrane promedio	83%
Color de grano	Amarillo intenso
Tipo de grano	Semicristalino
Rendimiento kg/ha	9 500

<sup>3</sup> Fuente: (INAMHI, 2014) <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf>

<sup>4</sup> Fuente(ECUAQUIMICA) <http://www.ecuaquimica.com.ec/producto/semilla-de-maiz-hibrido-somma/>

### 3.3. Tratamientos

Tabla 1. Dosis de fertilización nitrogenada y micorrizas en tratamientos

	Micorriza	Dosis Micorriza <sup>®</sup> /ha	Dosis Nitrógeno kg/ha
T1	Con Micorriza aplicada	1,0 L	180
T2		1,0 L	160
T3		1,0 L	140
T4		1,0 L	120
T5		1,0 L	100
T6		1,0 L	0
T7	Sin Micorriza aplicada	0	180
T8		0	160
T9		0	140
T10		0	120
T11		0	100
T12		0	0

Todas las unidades experimentales se realizó la aplicación del programa nutricional por hectárea: 46 kg P, 90 kg K, 30 kg S, 1 kg Zn y 1 kg B<sup>5</sup>.

### 3.4. Diseño Experimental

El diseño experimental que se utilizó fue Parcelas divididas en arreglo factorial A x B, donde el factor A fue la aplicación de micorrizas y el factor B las dosis de fertilizantes nitrogenados. El número de repeticiones que se empleo fue de tres.

La evaluación y comparación de las medias se realizaron con la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

---

<sup>5</sup> Fuente (INIAP)  
<http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1631/1/Manual%20T%C3%A9cnico%20No.%2026.pdf>

## ANDEVA

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados libertad</b>
Total	35
Bloque	2
Trat.	11
FA (Micorrizas)	1
FB (Fertilización)	5
IAB (Micorrizas x Fertilización)	5
Error	22

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

#### **3.5.1. Análisis de suelo**

Este análisis se realizó previo a las labores de preparación de suelo, biológico midiendo la población de micorrizas presentes antes de las aplicaciones.

#### **3.5.2. Preparación de suelos**

La labranza de suelo se realizó mediante dos de rastra en sentido cruzado, con el fin de dejar el suelo en adecuada condición de siembra.

#### **3.5.3. Siembra**

Se procedió a sembrar con semilla certificada de maíz híbrido SOMMA, a la cual se le impregnó con Thiodicarb en dosis de 300 cc/20 kg semilla. El distanciamiento entre plantas fue de 0,2 m plantas y entre hileras 0,8 m, dando una población estimada de 62 500 plantas/ha.

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

Posterior a la siembra se realizó la aplicación de herbicidas preemergentes, especialmente para el control de gramíneas, ciperáceas, hoja ancha y para la presencia de insectos que se encuentren debajo de la tierra, los productos que se utilizaron fue Átrazina 1 kg/ha, Pendimentalin 4 L/ha y Paraquat 2 L/ha.

Se procedió a aplicar paraquat dirigido para el control de malezas entre los tratamientos e hileras en dosis de 2,0 L/ha. También se realizó control manual de malezas.

### 3.5.5. Control de insectos y enfermedades

La primera aplicación de insecticida se realizó junto al pre emergente, el producto que se utilizó fue Puñete (Clorpirifos) a razón de 0,5 L/ha. Para el control de insectos se utilizó a los 15, 30 y 45 días después de la siembra Immunit (Alphacypermetrina + teblubezuron) en dosis de 400 cc/ha, Kmikce (Lambdacyhalothrina) en dosis de 2 L/ha, Thanavin (Methomyl) en dosis de 200 g/ha, respectivamente.

Además, para el control preventivo de enfermedades se utilizó Rozzo (Tebuconazole + carbendacin) en dosis de 500 cc/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 2 horas seguidas, haciendo este proceso tres veces en el ciclo del cultivo.

### 3.5.7. Fertilización – abonamiento

El programa de fertilización edáfica fue basado en el cuadro de tratamientos, el mismo que se fraccionó en 3 dosis generales (50 % - 30 % - 20 %) aplicados a los 20, 35 y 45 días después de la siembra.

El Nitrógeno se colocó como urea el 50 % a los 20 días, el 30 % 35 días, 20 % a los 45 días después de la siembra. El Fósforo y el Potasio, se aplicó como DAP y Muriato de Potasio, a la siembra 75 % y 25 % a los 20 días después de la siembra. El Azufre se aplicó a los 20 y 35 días de la siembra en forma de Sulfato de Amonio. Todos los tratamientos fueron fertilizados con las mismas fuentes y dosis, con excepción del testigo. Cabe mencionar que las fertilizaciones foliares se realizaron junto con las aplicaciones de insecticidas y fungicidas, Evergreen a razón de 2 L/ha y Fetrilon Combi a razón de 200 g/ha.

La aplicación de las micorrizas se realizó al momento de la siembra del cultivo aplicada al suelo en forma líquida, como fuente se empleó **Micorriza vam**<sup>®</sup> 1,0 L/ha.

### **3.5.8. Cosecha**

Se realizó de forma manual cuando el cultivo presentó un 80 % de secado en grano en cada unidad experimental.

## **3.6. Datos Evaluados**

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

Se evaluó a la cosecha, en 10 plantas al azar por tratamiento midiendo desde el nivel del suelo hasta la última hoja emergida, se expresó en cm.

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

Se midió en 10 plantas al azar por tratamiento, midiendo desde el nivel del suelo hasta la base del pedúnculo de la primera mazorca. Se valoró en cm.

### **3.6.3. Días floración masculina**

Se tomó desde el inicio de la siembra hasta cuando el cultivo tuvo un 50% de inflorescencia masculina emergida, en 10 plantas al azar por tratamiento.

### **3.6.4. Días cosecha**

Se evaluó en cada tratamiento, midiendo los días transcurridos desde la siembra, hasta la cosecha.

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

Se realizó en 10 mazorcas al azar por cada tratamiento, midiendo desde su base hasta la punta de esta, se expresó en cm.

### **3.6.6. Número de mazorca por planta**

Se tomó en 10 plantas al azar por tratamiento, y se procedió a contar el número de mazorcas comerciales en las mismas.

### **3.6.7. Número de granos por mazorca**

Se escogieron 10 mazorcas por cada unidad experimental, en la cuales se contaron el número de granos totales presentes.

### 3.6.8. Peso de 100 granos

Se escogió 100 granos por tratamientos y se procedió a pesar, se expresó este valor 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>6</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>7</sup>.

### 3.6.11. Conteo de esporas

Para la determinación de la población de esporas micorrícicas de suelo, se empleó el método de “tamizado en húmedo y decantación” de Gerdemann y Nicolson (1963), se expresó en g/100 gss (gramos de suelo seco). Este proceso se hizo antes de la siembra y al final del cultivo. El método se detalla a continuación:

1. Se tomó una muestra de un kilogramo de suelo de los sitios de muestreo. Se seco a 17 C° durante 5 días.
2. Se tamizó el suelo para liberar materiales extraños (piedras, arenas), se mezcló y se tomó 50 g de suelo.

---

<sup>6</sup>Fuente: Azcan – Bieto, J., Talan M. (2003). Fundamentos de fisiología vegetal. Ed. Mc Graw – Hill. España. G25p.

<sup>7</sup>Fuente: Martínez, L., 2002, Economía política de las comunidades agropecuarias del Ecuador, Abya Yala, Quito.

3. En 500 ml de agua corriente se licuó el suelo por espacio de 5 segundos y se dejó reposar por 30 segundos, repitiendo la operación 3 veces.
4. Se pasó esta suspensión a través de tres tamices en serie de 0 425, 0 25 y 0 045 mm. En este último se recogió el suelo limoso, mediante un chorro de agua que pasó el papel de filtro
5. De la cantidad de suelo obtenido se tomó un gramo de suelo el cual se repartió en 4 tubos de ensayo, se adicionó 300 ml de agua destilada y se centrifugó a 250 revoluciones por minuto durante 5 minutos.
6. La suspensión se pasó por un papel filtro y se observó en el estereoscopio para realizar la respectiva lectura.



## IV. RESULTADOS

### 4.1. Altura de planta

El cuadro 3 presenta los datos de altura de planta, evaluada en el ensayo. Los promedios muestran alta significancia estadística en el factor de dosis de micorrizas, programas de fertilización nitrogenada, siendo lo contrario en las interacciones que no tuvo significancia. El coeficiente de variación fue 3,74 %.

El factor A, con micorrizas con 200,71 cm fue estadísticamente superior a dosis sin micorrizas (196,04 cm). En el factor B, Dosis de fertilizante nitrogenado fue mayor significancia con 120 kg/ha (205,70 cm). En las interacciones no hubo significancia, pero las plantas sin micorrizas y dosis de fertilización nitrogenada de 120 kg/ha N con 206,40 cm fueron mayores a los demás tratamientos.

*Cuadro 3. Altura de planta con la aplicación de micorrizas y diferentes niveles de fertilización nitrogenada en la producción de maíz, Babahoyo. 2019.*

<b>Factor a Dosis Micorrizas</b>	<b>Factor B Fertilización N</b>	<b>Altura cm</b>
Con micorrizas		200,71 a
Sin micorrizas		196,04 b
Dosis de Fertilizante Nitrogenado	180	199,79 ab
	160	194,87 ab
	140	196,23 ab
	120	205,70 a
	100	201,92 ab
	0	191,58 b
Con micorrizas	180	198,45
Con micorrizas	160	190,40
Con micorrizas	140	194,63
Con micorrizas	120	205,00
Con micorrizas	100	197,70
Con micorrizas	0	190,07
Sin micorrizas	180	201,80
Sin micorrizas	160	199,33
Sin micorrizas	140	197,83
Sin micorrizas	120	206,40
Sin micorrizas	100	206,13
Sin micorrizas	0	193,10
<b>Promedio General</b>		198,4
<b>Significancia estadística</b>	Factor A	**
	Factor B	**
	Interacción a*b*c	Ns
<b>Coeficiente de variación</b>		3,74

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

\*\*= altamente significativo

Ns= No significante

## 4.2. Altura de Inserción de mazorca

En el cuadro 4 muestra los resultados de altura de inserción a la mazorca tomada en las unidades experimentales. Se reportó alta significancia estadística en el factor de la dosis de micorrizas y dosis de nitrógeno, no habiendo en las interacciones. El coeficiente de variación calculado fue de 5,04 %

Las plantas tratadas con micorrizas fueron estadísticamente superiores a las no tratadas. En el factor de dosis de fertilizantes nitrogenados la dosis de 120 kg/ha N con 129,23 cm fue estadísticamente superior a las otras dosis de fertilización nitrogenada. La interacción dosis de micorrizas y la fertilización nitrogenada fue de 120 kg/ha N con 129,63 cm fue mayor al resto.

*Cuadro 4. Altura de inserción de mazorca con la aplicación de micorrizas y diferentes niveles de fertilización nitrogenada en la producción de maíz, Babahoyo 2019.*

<b>Factor a Dosis Micorrizas</b>	<b>Factor B Fertilización N</b>	<b>Altura cm</b>
Sin micorrizas		124,98 a
Con micorrizas		120,78 b
Dosis de Fertilizante Nitrogenado	180	124,33 b
	160	119,67 b
	140	120,55 b
	120	129,43 a
	100	123,65 b
	0	119,53 b
Con micorrizas	180	123,92
Con micorrizas	160	116,00
Con micorrizas	140	118,80
Con micorrizas	120	129,63
Con micorrizas	100	120,77
Con micorrizas	0	115,93
Sin micorrizas	180	124,95
Sin micorrizas	160	123,33
Sin micorrizas	140	122,30
Sin micorrizas	120	129,23
Sin micorrizas	100	126,53
Sin micorrizas	0	123,13
<b>Promedio General</b>		122,87
<b>Significancia estadística</b>	Factor A	**
	Factor B	**
	Interacción a*b*c	Ns
<b>Coefficiente de variación (%)</b>		5,04

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

\*\*= altamente significativo

Ns: No significante

### 4.3. Días floración masculina.

En el cuadro 5 se detallan los datos de la variable días de floración masculina. Los factores dosis micorrizas, dosis de fertilización nitrogenada estadística e interacciones, tuvieron alta significancia (0,75 CV).

El Factor de dosis de micorrizas fue estadísticamente superiora a las plantas no tratadas. En el factor de Dosis de fertilizantes nitrogenados, la dosis con mejor comportamiento fue 160 kg/ha N (57,40 días). Las interacciones tuvieron en las plantas tratadas con micorrizas + 120 kg/ha, con micorrizas + 100 kg/ha, sin micorrizas + 180 kg/ha y sin micorrizas + 160 fueron estadísticamente superiores a los tratamientos sin micorrizas en dosis menores de 140 kg/ha.

*Cuadro 5. Días floración masculina con la aplicación de micorrizas y diferentes niveles de fertilización nitrogenada en la producción de maíz, Babahoyo 2019*

<b>Factor a Dosis Micorrizas</b>	<b>Factor B Fertilización N</b>	<b>Días</b>
Con micorrizas		57,44 a
Sin micorrizas		56,11 b
Dosis de Fertilizante Nitrogenado	180	57,34 ab
	160	57,40 a
	140	56,77 abc
	120	56,60 bc
	100	56,58 bc
	0	56,17 c
Con micorrizas	180	57,23 ab
Con micorrizas	160	57,10 ab
Con micorrizas	140	57,33 ab
Con micorrizas	120	57,87 a
Con micorrizas	100	57,90 a
Con micorrizas	0	57,20 ab
Sin micorrizas	180	57,50 a
Sin micorrizas	160	57,70 a
Sin micorrizas	140	56,20 bc
Sin micorrizas	120	55,30 c
Sin micorrizas	100	55,30 c
Sin micorrizas	0	55,13 c
<b>Promedio General</b>		56.81 días
<b>Significancia estadística</b>	Factor A	**
	Factor B	**
	Interacción a*b*c	**
<b>Coefficiente de variación (%)</b>		0,75

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

\*\*= altamente significativo

Ns: No significante

#### 4.4. Días cosecha

En el cuadro 6 muestra los valores de la variable días a cosecha. Existió alta significancia estadística en dosis de micorrizas y en dosis de fertilización nitrogenada, mientras que, en las interacciones, no se evidenció significancia. El coeficiente de variación calculado fue de 1,51 %.

En el Factor de dosis de micorrizas hubo una significancia estadística donde el tratamiento con micorrizas fue estadísticamente superior. En el factor de dosis de fertilización nitrogenada la dosis de 140 kg/ha N fue estadísticamente superior al resto. Mientras que en las interacciones las plantas tratadas con micorrizas fertilizadas con 180 kg/ha N tuvieron menor cantidad de días.

*Cuadro 6. Días cosecha con la aplicación de micorrizas y diferentes niveles de fertilización nitrogenada en la producción de maíz, Babahoyo 2019*

Factor a Dosis Micorrizas	Factor B Fertilización N	Días
Con micorrizas		123,24 a
Sin micorrizas		122,47 b
Dosis de Fertilizante Nitrogenado	180	122,28 b
	160	123,00 b
	140	124,00 a
	120	122,67 b
	100	122,83 b
	0	122,17 b
Con micorrizas	180	121,46
Con micorrizas	160	122,33
Con micorrizas	140	124,00
Con micorrizas	120	123,33
Con micorrizas	100	121,67
Con micorrizas	0	122,00
Sin micorrizas	180	123,50
Sin micorrizas	160	123,67
Sin micorrizas	140	124,00
Sin micorrizas	120	122,00
Sin micorrizas	100	124,00
Sin micorrizas	0	122,33
<b>Promedio General</b>		122,85 días
<b>Significancia estadística</b>	Factor A	**
	Factor B	**
	Interacción a*b*c	Ns
<b>Coefficiente de variación (%)</b>		<b>1,51</b>

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

\*\*= altamente significativo

Ns: No significante

#### 4.5. Longitud de mazorca

En el cuadro 7 se reportan los datos de la variable longitud de mazorca. El análisis de varianza detecto alta significancia estadística en los factores dosis de micorrizas, dosis de nitrógeno e interacción. El coeficiente de variación calculado fue de 3,34 %

Las plantas tratadas con micorrizas fueron estadísticamente superiores a las no tratadas. En el factor B dosis de fertilizante nitrogenado la aplicación de 180 kg/ha N con 19,44 cm, fue estadísticamente igual a 160 kg/ha, pero superior al resto de dosis planteadas. En las interacciones las plantas tratadas con micorrizas + 180 kg/ha fue estadísticamente igual a plantas tratadas con micorrizas + 160 kg/ha, pero superiores al resto de interacciones.

**Cuadro 7. Longitud de mazorca con la aplicación de micorrizas y diferentes niveles de fertilización nitrogenada en la producción de maíz, Babahoyo 2019**

Factor a Dosis Micorrizas	Factor B Fertilización N	Longitud mazorca cm
Con micorrizas		18,43 a
Sin micorrizas		17,70 b
Dosis de Fertilizante Nitrogenado	180	19,44 a
	160	18,39 ab
	140	17,70 b
	120	18,19 b
	100	17,49 b
	0	17,48 b
Con micorrizas	180	20,26 a
Con micorrizas	160	19,34 ab
Con micorrizas	140	18,08 bc
Con micorrizas	120	18,26 bc
Con micorrizas	100	16,82 c
Con micorrizas	0	17,80 c
Sin micorrizas	180	18,21 bc
Sin micorrizas	160	17,43 c
Sin micorrizas	140	17,31 c
Sin micorrizas	120	18,12 bc
Sin micorrizas	100	18,15 bc
Sin micorrizas	0	17,17 c
<b>Promedio General</b>		18,07 cm
<b>Significancia estadística</b>	Factor A	**
	Factor B	**
	Interacción a*b*c	**
<b>Coefficiente de variación (%)</b>		3,34

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

\*\*= altamente significativo

Ns: No significante

#### 4.6. Numero de mazorca por planta

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%.

En el factor A con micorrizas se tuvo más mazorcas que no aplicando estas. En el Factor B dosis de fertilizante nitrogenado aplicar 180 kg/ha más mazorcas. En la interacción colocar micorrizas y fertilizar con 160 kg/ha de N (1,17 mazorcas/planta) mostro mayor cantidad.

*Cuadro 8. Número de mazorcas por planta con la aplicación de micorrizas y diferentes niveles de fertilización nitrogenada en la producción de maíz, Babahoyo 2019*

<b>Factor a Dosis Micorrizas</b>	<b>Factor B Fertilización N</b>	<b>mazorca por plantas</b>
Con micorrizas		1,06
Sin micorrizas		1,04
	180	1,10
	160	1,08
Dosis de Fertilizante Nitrogenado	140	1,02
	120	1,03
	100	1,02
	0	1,05
Con micorrizas	180	1,10
Con micorrizas	160	1,17
Con micorrizas	140	1,03
Con micorrizas	120	1,00
Con micorrizas	100	1,00
Con micorrizas	0	1,07
Sin micorrizas	180	1,10
Sin micorrizas	160	1,00
Sin micorrizas	140	1,00
Sin micorrizas	120	1,07
Sin micorrizas	100	1,03
Sin micorrizas	0	1,03
<b>Promedio General</b>		1,05 cm
<b>Significancia estadística</b>	Factor A	Ns
	Factor B	Ns
	Interacción a*b*c	Ns
<b>Coefficiente de variación (%)</b>		6,37

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

Ns: No significante

#### 4.7. Números de granos por mazorca.

El cuadro 9 muestra la variable números de granos por mazorca. Realizado el análisis de varianza se dio alta significancia estadística en los factores Dosis de Micorrizas, Dosis de fertilizantes nitrogenados e interacciones. El coeficiente de variación calculado fue 3,87%.

La Dosis de micorrizas fue superior estadísticamente a las plantas no tratadas. En dosis de fertilizantes nitrogenados 180 kg/ha fue estadísticamente igual a 160 kg/ha y 120 kg/ha, pero superior al resto de dosis. En las interacciones los tratamientos con aplicación de micorrizas + fertilización con 180 y 160 kg/ha fueron estadísticamente iguales entre sí y con el resto de los tratamientos, exceptuando Micorrizas + 100 kg/ha que fue el menor y diferente.

**Cuadro 9. Numero de granos por mazorca con la aplicación de micorrizas y diferentes niveles de fertilización nitrogenada en la producción de maíz, Babahoyo 2019**

Factor a Dosis Micorrizas	Factor B Fertilización N	# de granos por mazorca
Con micorrizas		564,20 a
Sin micorrizas		541,62 b
Dosis de Fertilizante Nitrogenado	180	583,68 a
	160	559,57 ab
	140	544,57 b
	120	557,38 ab
	100	534,20b
	0	545,07b
Con micorrizas	180	589,14 a
Con micorrizas	160	589,80 a
Con micorrizas	140	562,00 ab
Con micorrizas	120	573,40 ab
Con micorrizas	100	513,13 b
Con micorrizas	0	557,73 ab
Sin micorrizas	180	575,50 ab
Sin micorrizas	160	529,33 ab
Sin micorrizas	140	527,13 ab
Sin micorrizas	120	541,37 ab
Sin micorrizas	100	555,27 ab
Sin micorrizas	0	532,40 ab
<b>Promedio General</b>		<b>553,85</b>
<b>Significancia estadística</b>	Factor A	**
	Factor B	**
	Interacción a*b*c	**
<b>Coeficiente de variación (%)</b>		<b>3,87</b>

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

\*\*= altamente significativo

#### 4.8. Peso de 100 granos

En el cuadro 10 nos muestra los datos de la variable de peso de 100 granos, obtenidos en el campo. Tanto en el factor a y el factor b tuvieron una alta significancia estadística, mientras que en las interacciones no hubo significancia estadística. el coeficiente de variación calculado fue de 7,47%

En el factor A Dosis de micorrizas con aplicación se dio mayor peso, siendo estadísticamente superior a las plantas no tratadas con micorrizas. En dosis de fertilizantes nitrogenados el tratamiento 160 kg/ha fue estadísticamente igual a 180 kg/ha y superior al resto de tratamientos. En la interacción el mayor peso de grano se logró con micorrizas y 160 kg/ha de N (42 g).

*Cuadro 10. Peso de 100 granos con la aplicación de micorrizas y diferentes niveles de fertilización nitrogenada en la producción de maíz, Babahoyo 2019*

Factor A Dosis Micorrizas	Factor B Fertilización N	Peso gr
Con micorrizas		36,24 a
Sin micorrizas		35,45 b
Dosis de Fertilizante Nitrogenado	180	39,62 ab
	160	40,00 a
	140	30,67 b
	120	33,67 b
	100	33,00 b
	0	3,67 b
Con micorrizas	180	36,70
Con micorrizas	160	42,00
Con micorrizas	140	34,67
Con micorrizas	120	40,00
Con micorrizas	100	37,33
Con micorrizas	0	24,00
Sin micorrizas	180	34,00
Sin micorrizas	160	40,00
Sin micorrizas	140	36,67
Sin micorrizas	120	37,33
Sin micorrizas	100	38,67
Sin micorrizas	0	28,33
<b>Promedio General</b>		36,47
<b>Significancia estadística</b>	Factor A	**
	Factor B	**
	Interacción a*b*c	Ns
<b>Coefficiente de variación (%)</b>		7,47

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

\*\*= altamente significativo

Ns: No significante



#### 4.9. Rendimiento por hectárea

En el cuadro 11 nos muestra los datos de la variable Rendimiento por hectárea. Tanto en el Factor A y en el factor B hubo alta significancia estadística, y al igual que las interacciones. El coeficiente variación calculado fue de 5,44%.

En el factor A, las plantas tratadas con micorrizas (7142,74 kg/ha) fueron estadísticamente superiores a las no tratadas. En el Factor B la dosis 180 kg/ha de N fue estadísticamente igual a 160 kg/ha y 120 kg/ha, pero superior al resto de tratamientos. En las interacciones nos muestran que hubo una alta significancia estadística. La interacción Con micorrizas + 180 kg/ha fue estadísticamente superior al resto de tratamientos.

*Cuadro 11, Rendimiento por hectárea con la aplicación de micorrizas y diferentes niveles de fertilización nitrogenada en la producción de maíz, Babahoyo 2019*

<b>Factor a Dosis Micorrizas</b>	<b>Factor B Fertilización N</b>	<b>Rendimiento por ha Kg</b>
Con micorrizas		7142,74 a
Sin micorrizas		6763,96 b
Dosis de Fertilizante Nitrogenado	180	7641,45 a
	160	7115,21 ab
	140	6879,10 b
	120	7061,49 ab
	100	6543,23 b
	0	6625,87 b
Con micorrizas	180	7687,70 a
Con micorrizas	160	7474,10 b
Con micorrizas	140	7312,36 bc
Con micorrizas	120	7232,08 bcd
Con micorrizas	100	6111,74 d
Con micorrizas	0	7038,47 bcd
Sin micorrizas	180	7572,09 ab
Sin micorrizas	160	6756,32 bcd
Sin micorrizas	140	6445,83 d
Sin micorrizas	120	6890,90 bcd
Sin micorrizas	100	6974,72 bcd
Sin micorrizas	0	6213,36 d
<b>Promedio General</b>		6975,80
<b>Significancia estadística</b>	Factor A	**
	Factor B	**
	Interacción a*b*c	**
<b>Coeficiente de variación (%)</b>		<b>5,44</b>

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

\*\*= altamente significativo

Ns: No significante

#### 4.10. 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 micorrizas + 180 kg/ha de N (\$793,48), mientras el menor ingreso se tuvo en el tratamiento tratado con micorrizas + 100 kg/ha de N (\$438,47).

*Cuadro 12. Costos fijos por hectárea con la aplicación de micorrizas y diferentes niveles de fertilización nitrogenada en la producción de maíz, Babahoyo 2019*

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Valor 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 Somma	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
Clhorpyrifos	L	2	5,00	10,00
Alphacypermetrina + teblubezuron	400cc	1	16,00	16,00
Lambdacyhalothrina	L	2	8,00	16,00
Methomyl	200gr	1	2,25	2,25
Tebuconazole + carbendacin	500cc	1	16,00	16,00
Mano de obra	Jornales	8	12,00	96,00
<b>Fertilización foliar</b>				
Evergreen	L	2	18,00	36,00
Fetrilon combi	200gr	1	5,00	5,00
Sub Total				784,05
Administración (5%)				39,20
<b>Total costo fijo</b>				823,25

**Cuadro 13. Análisis económico con la aplicación de micorrizas y diferentes niveles de fertilización nitrogenada en la producción de maíz, Babahoyo 2019**

Tratamientos	Dosis de micorriza	Dosis de fertilización Nitrogenada kg/ha	kg/ha	# qq 45,25 kg	Valor de Producción (USD)	Costos Fijos	Costo de fertilización	Precio Micorriza (USD)	Cosecha + transporte	Total	Beneficio Neto (USD)
T1	1 L/ha	180	7687,70	174,83	2360,205	823,25	288,4	18,00	437,08	1566,73	793,48
T2	1 L/ha	160	7474,10	166,09	2242,215	823,25	269,4	18,00	415,23	1525,88	716,34
T3	1 L/ha	140	7312,36	162,50	2193,75	823,25	250,4	18,00	406,25	1497,90	695,85
T4	1 L/ha	120	7232,08	160,71	2169,585	823,25	233,3	18,00	401,78	1476,33	693,26
T5	1 L/ha	100	6111,74	135,82	1833,57	823,25	214,3	18,00	339,55	1395,10	438,47
T6	1 L/ha	0	7038,47	156,41	2111,535	823,25	125,0	18,00	391,03	1357,28	754,26
T7	0 L/ha	180	7572,09	166,38	2246,13	823,25	288,4	0	415,95	1527,60	718,53
T8	0 L/ha	160	6756,32	150,14	2026,89	823,25	269,4	0	375,35	1468,00	558,89
T9	0 L/ha	140	6445,83	143,24	1933,74	823,25	250,4	0	358,10	1431,75	501,99
T10	0 L/ha	120	6890,90	153,13	2067,255	823,25	233,3	0	382,83	1439,38	627,88
T11	0 L/ha	100	6974,72	154,99	2092,365	823,25	214,3	0	387,48	1425,03	667,34
T12	0 L/ha	0	6213,36	138,07	1863,945	823,25	125,0	0	345,18	1293,43	570,52

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

#### 4.11. Conteo de esporas

El poblacional de micorrizas mostró diferencias entre los tratamientos aplicados, lográndose variaciones mayores al 125 % en algunos casos.

Todos los tratamientos con aplicación de micorrizas en dosis de 1,0 L/ha + fertilización nitrogenada lograron incrementos en la cantidad de esporas, con relación a la evaluación inicial. En el caso de los tratamientos donde no se aplicó se presentó disminución en la cantidad de esporas aun en los tratamientos con fertilización mayor (Cuadro 14).

*Cuadro 14. Conteo de esporas en suelo con la aplicación de micorrizas y diferentes niveles de fertilización nitrogenada en la producción de maíz, Babahoyo 2019.*

Fertilización kg/ha N	Dosis de Micorrizas L/ha	Esporas/gss		Diferencia
		Conteo inicial	Conteo Final	Esporas/gss
180	1,0	422	878	456
160	1,0	422	1211	789
140	1,0	422	917	495
120	1,0	422	711	289
100	1,0	422	801	379
0	1,0	422	589	167
180	0,0	422	346	-76
160	0,0	422	385	-37
140	0,0	422	391	-31
120	0,0	422	405	-17
100	0,0	422	432	10
0	0,0	422	465	43

## V. CONCLUSIONES

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

1. Las plantas con mayor altura fueron los tratamientos con aplicación de micorrizas y con la dosis de fertilizante nitrogenado de 120 kg/ha.
2. Mayor altura de inserción de mazorca fue detectada en el tratamiento de dosis con micorrizas con fertilización nitrogenada de 120 kg/ha.
3. Las plantas con mayor longitud de mazorca fueron los tratamientos con aplicación de micorrizas con la dosis de fertilizante nitrogenado de 180 kg/ha.
4. El mayor número de granos se logró con micorrizas y dosis de fertilizantes nitrogenado a razón de 160 kg/ha.
5. Mayor rendimiento de grano por hectárea se logró con la aplicación de micorrizas + 180 kg/ha.
6. En el análisis económico el tratamiento con micorrizas + fertilización nitrogenada a razón de 180 kg/ por hectárea, tuvo mayores ingresos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

En base a las conclusiones se recomienda que:

1. Realizar aplicaciones de hongos micorrizas complementario a programas de fertilización nitrogenado, estimando la dosis en 160 kg/ha en el caso de maíz.
2. Utilizar el híbrido de maíz Somma, que tuvo un buen comportamiento durante el ensayo en la temporada realizada.
3. Realizar labores de investigación con las micorrizas con otras dosis de fertilizantes y otros elementos, para ver en que afecta a la población de micorrizas y al rendimiento.

## VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la granja experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias en la Universidad de Babahoyo ubicada en el km 7,5 de la vía Babahoyo Montalvo, en la provincia de Los Ríos, las coordenadas UTM son -1.800659 E y -79.482175 N. La zona presenta un clima tropical según clasificación de Köppen, con temperatura anual de 24,2° C, precipitación de 1934,1 mm/año. Como material de siembra se utilizó el híbrido de maíz Somma. Los tratamientos fueron conformados por doce tratamientos con 3 repeticiones que da un total de 36 parcelas. Los primeros seis tratamientos fueron aplicados con micorrizas Vam de la empresa Huxtable a dosis de 1 l/ha con diferentes niveles de fertilización nitrogenada que van desde 180, 160, 140, 120, 100 y 0 kg de nitrógeno, los seis tratamientos restantes que fueron sin aplicaciones de micorrizas también tuvieron los mismos niveles de fertilización de 180, 160, 140, 120, 100 y 0kg. El diseño estadístico que uso para esta investigación fue factorial, para el cálculo del análisis de la varianza fu el de tukey al 95%. Para el establecimiento del cultivo se realizaron las labores culturales pertinentes, tales como preparación del terreno, siembra control de malezas, riego, fertilización, control de insectos plagas y enfermedades, cosecha. Para los resultados obtenidos se determinó que el mejor tratamiento en cuanto al beneficio económico y mejor rendimiento que arrojó el análisis económico fue el tratamiento con aplicaciones de micorrizas y 180kg de fertilizante nitrogenado con una producción de 7867,70 kg/ha, es decir 174,83 qq, con un beneficio neto mayor a de los demás tratamientos con \$ 793,48,

**Palabras claves:** Maíz, rendimiento, fertilización, micorrizas

## VIII. SUMMARY

This research work was carried out in the experimental farm of the Faculty of Agricultural Sciences at the University of Babahoyo located at km 7.5 of the Babahoyo Montalvo road, in the province of Los Ríos, the UTM coordinates are -1.800659 E and -79.482175 N. The area has a tropical climate according to Köppen classification, with an annual temperature of 24.2 ° C, precipitation of 1934.1 mm / year. As a planting material, the Somma 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 Vam mycorrhizae from Huxtable at doses of 1 l / ha with different levels of nitrogen fertilization ranging from 180, 160, 140, 120, 100 and 0 kg of nitrogen, the remaining six treatments that were without mycorrhiza applications, they also had the same fertilization levels of 180, 160, 140, 120, 100 and 0kg. The statistical design that I use for this investigation was factorial, for the calculation of the analysis of variance was that of tukey at 95%. For the establishment of the crop, the relevant cultural work was carried out, such as soil preparation, weed control, irrigation, fertilization, control of insect pests and diseases, harvest. For the results obtained, it was determined that the best treatment in terms of economic benefit and best performance that the economic analysis showed was the treatment with mycorrhizae applications and 180kg of nitrogen fertilizer with a production of 7867.70 kg / ha, that is 174, 83 qq, with a net benefit greater than the other treatments with \$ 793.48,

**Keywords:** Corn, yield, fertilization, mycorrhizae



## IX. BIBLIOGRAFIA

Acosta, r. 2009. El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maiz en cuba. Cultivos tropicales 30(2):113-120.

Agroalimentando. 2019. Agroa -- micorrizas en la agricultura: usos y beneficios, parte 2 (en línea, sitio web). Consultado 9 oct. 2019. Disponible en [https://agroalimentando.com/nota.php?id\\_nota=2913](https://agroalimentando.com/nota.php?id_nota=2913).

Agrocalidad. 2014. Buenas practicas agrícolas para maíz duro (en línea). S.l., s.e. Disponible en <http://www.agrocalidad.gob.ec/documentos/dia/guia-maiz-duro.pdf>.

Aguilera gómez, li; olalde portugal, v; rubí arriaga, m; contreras alonso, r; mycorrhizae, a. (2006). Ciencias naturales y agropecuarias micorrizas arbusculares (en línea). S.l., s.e. Consultado 12 dic. 2019. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/104/10414307.pdf>.

Andrade-torres, a. 2010. Antigua interacción entre plantas y hongos (en línea). Ciencia :84-86. Disponible en [https://www.academia.edu/653234/micorrizas\\_antigua\\_interaccion\\_entre\\_plantas\\_y\\_hongos](https://www.academia.edu/653234/micorrizas_antigua_interaccion_entre_plantas_y_hongos).

Baca, la. 2016. La producción de maíz amarillo en el ecuador y su relación con la soberanía alimentaria (en línea). :105. Disponible en [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12652/la\\_produccion\\_de\\_maiz\\_amarillo\\_en\\_el\\_ecuador\\_y\\_su\\_relacion\\_con\\_la\\_soberania\\_alimentaria\\_-\\_luis\\_al.pdf?sequence=1](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12652/la_produccion_de_maiz_amarillo_en_el_ecuador_y_su_relacion_con_la_soberania_alimentaria_-_luis_al.pdf?sequence=1) <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6270/t-puce-6451.pdf?seque>.

Barea, j-m; pozo, m-j; azcón-aguilar, c. (2016). Micorrizas en agricultura (en línea). S.l., s.e. Consultado 31 oct. 2019. Disponible en [https://www2.eez.csic.es/mycorrhizaandbioticstresslab/agricultura-divulgacion\\_micorrizas.pdf](https://www2.eez.csic.es/mycorrhizaandbioticstresslab/agricultura-divulgacion_micorrizas.pdf).

Carlos lagos s. (s. F.). Maíz: suelo, variedad, densidad y época de siembra (en línea). S.l., s.e. Consultado 31 oct. 2019. Disponible en <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/ipa/nr00475.pdf>.

Couretot, I. 2007. Inoculación con micorrizas en maíz - engormix (en línea, sitio web). Consultado 12 dic. 2019. Disponible en <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/inoculacion-con-micorrizas-en-maiz-t26702.htm>.

Cuichán Maritza, Julio Márquez, Do. 2018. Dirección / departamento unidad elaborado por : revisado por : aprobado por : contacto : (en línea). . Disponible en [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2018/boletin\\_tecnico.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2018/boletin_tecnico.pdf).

De Dios, J; Navarro, F. (s. F.). Efectos beneficiosos de las micorrizas sobre las plantas (en línea). S.l., s.e. Consultado 5 nov. 2019. Disponible en [www.bioscripts.net](http://www.bioscripts.net).

Endicott, S; Brueland, B; Keith, R; Schon, R; Bremer, C; Farnham, D; Debruin, J; Clausen, C; Strachan, S; Diseño, PC; De, P; Battani, A. 2015. Maíz crecimiento y desarrollo colaboradores (en línea, sitio web). Disponible en [https://www.pioneer.com/cmroot/international/latin\\_america\\_central/chile/servicios/informacion\\_tecnica/corn\\_growth\\_and\\_development\\_spanish\\_version.pdf](https://www.pioneer.com/cmroot/international/latin_america_central/chile/servicios/informacion_tecnica/corn_growth_and_development_spanish_version.pdf).

Fassio, A; Inés Carriquiry Cecilia Tojo, A; Romero, R; Agr, I; Manejo de maíz programa de verano oleaginosas, M; Privado Ing Agr, A; Fisiología vegetal programa cereales de verano oleaginosas Inia la Estanzuela, A. (1998). Aspectos sobre fenología (en línea). S.l., s.e. Consultado 31 oct. 2019. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2844/1/111219240807135855.pdf>.

Fertilab. (s. F.). Beneficios de las micorrizas sobre el estrés en plantas (en línea). S.l., s.e. Consultado 5 nov. 2019. Disponible en [https://www.fertilab.com.mx/sitio/notas/beneficios\\_de\\_las\\_micorrizas.pdf](https://www.fertilab.com.mx/sitio/notas/beneficios_de_las_micorrizas.pdf).

Fertilizar. 2018. Manual prácticas (en línea). S.l., s.e. Disponible en [https://www.fertilizar.org.ar/subida/bmpn/bpmn\\_fertilizar102018.pdf](https://www.fertilizar.org.ar/subida/bmpn/bpmn_fertilizar102018.pdf).

Gaspar, I. (2013). Fertilización del cultivo de maíz (en línea). S.l., s.e. Doi: <https://doi.org/10.1109/mc.2015.62>.

Guacho, E. 2012. R e d s i c t a (en línea). . Disponible en <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>.

Guerreño, OJ; Talavera, Cal; Villalba, Jdg. 2019. Guía técnica cultivo de maíz (en

línea). S.l., s.e. 48 p. Disponible en [https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt\\_04.pdf](https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_04.pdf).

H.r. lafitte. 2019. El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción (en línea, sitio web). Consultado 31 oct. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/3/x7650s/x7650s05.htm#topofpage>.

Huxtable. 2019. Ferbiohux del ecuador: micorriza líquida vam (en línea, sitio web). Consultado 5 nov. 2019. Disponible en <http://ferbiohux.redtienda.net/pro.php?id=404149>.

Inec; espac. 2019. Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua (espac) 2018 (en línea). Instituto nacional de estadísticas y censos :23. Doi: <https://doi.org/10.4206/agrosur.1974.v2n2-09>.

Infoagro. 2019. Agricultura. El cultivo del maíz. 1ª parte. (en línea, sitio web). Consultado 9 oct. 2019. Disponible en <https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>.

K/s. 2019. K+s kali gmbh - magnesio (en línea, sitio web). Consultado 9 oct. 2019. Disponible en [http://www.kali-gmbh.com/eses/fertiliser/advisory\\_service/nutrients/magnesium.html](http://www.kali-gmbh.com/eses/fertiliser/advisory_service/nutrients/magnesium.html).

León alcántara, wd. 2016. Manejo de la fertilización de maíz (zea mays l.) En el valle santa catalina. (en línea). :10-11. Disponible en [http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/2423/1/re\\_ing.agrn\\_wilson.leon\\_manejo.de.la.fertilizacion.de.maiz\\_datos.pdf](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/2423/1/re_ing.agrn_wilson.leon_manejo.de.la.fertilizacion.de.maiz_datos.pdf).

Martinez, d. 2015. Cultivo de maiz en san luis (en línea, sitio web). Disponible en [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_-\\_maizensanluis.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_maizensanluis.pdf).

Melgar, r. (s. F.). Plan de fertilización en maíz - agritotal (en línea). S.l., s.e. Consultado 9 oct. 2019. Disponible en <https://www.agritotal.com/nota/plan-de-fertilizacion-en-maiz/>.

Morell, f; hernández, a; borges, y; marentes, f. 2009. Arbuscular mycorrhizal fungal activity on soil structure. Cultivos tropicales 30(4):00-00.

Oñate, l. 2016. “duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo de maíz ( zea mays ) var .blanco harinoso criollo , bajo las condiciones climáticas del cantón cevallos ” (en línea). S.l., s.e. 102 p. Disponible en

[http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18305/1/tesis-116 ingeniería agronómica -cd 371.pdf](http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18305/1/tesis-116%20ingenier%C3%ADa%20agron%C3%B3mica%20-cd371.pdf).

Ortas, I. (2008). El cultivo del maíz: fisiología y aspectos generales. (en línea). S.I., s.e. Disponible en [https://rdu-demo.unc.edu.ar/bitstream/handle/123456789/703/agrigan boletín 7.pdf?sequence=1](https://rdu-demo.unc.edu.ar/bitstream/handle/123456789/703/agriganbolet%C3%ADn%207.pdf?sequence=1).

Pavón chocano, ab. S. F. Anejo v: generalidades del cultivo de maíz (en línea). Instalacion de riego por goteo en una parcela de maíz :68-86. Disponible en [https://previa.uclm.es/area/ing\\_rural/proyectos/antoniopavon/07-anejov.pdf](https://previa.uclm.es/area/ing_rural/proyectos/antoniopavon/07-anejov.pdf).

Syngenta. 2019. Nutrición| syngenta (en línea, sitio web). Consultado 9 oct. 2019. Disponible en <https://www.syngenta.com.ar/nutricion-1>.

# APÉNDICES

## Apéndice 1. Análisis de la varianza

### Altura de planta

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALTURA DE PLANTA	36	0,55	0,28	3,74

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1459,65	13	112,28	2,04	0,0684
DOSIS MICORRIZAS	165,54	1	165,54	3,00	0,0972
FERTILIZACION N	817,73	5	163,55	2,97	0,0341
BLOQUES	404,93	2	202,47	3,67	0,0421
DOSIS MICORRIZAS*FERTILIZA..	71,45	5	14,29	0,26	0,9305
Error	1213,39	22	55,15		
Total	2673,05	35			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,14188

Error: 55,1542 gl: 22

#### DOSIS MICORRIZAS Medias n E.E.

Sin micorrizas 200,71 17 1,80 A

Con micorrizas 196,04 19 1,72 A

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

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=13,35691

Error: 55,1542 gl: 22

#### FERTILIZACION N Medias n E.E.

180 199,79 6 3,07 A B

160 194,87 6 3,03 A B

140 196,23 6 3,03 A B

120 205,70 6 3,03 A

100 201,92 6 3,03 A B

0 191,58 6 3,03 B

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

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,61630

Error: 55,1542 gl: 22

#### BLOQUES Medias n E.E.

1 202,70 12 2,16 A

2 197,44 12 2,14 A

3 195,15 12 2,14 A

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

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=22,28612

Error: 55,1542 gl: 22

#### DOSIS MICORRIZAS FERTILIZACION N Medias n E.E.

Con micorrizas 180 198,45 4 3,74 A

Con micorrizas 160 190,40 3 4,29 A

Con micorrizas 140 194,63 3 4,29 A

Con micorrizas 120 205,00 3 4,29 A

Con micorrizas 100 197,70 3 4,29 A

Con micorrizas 0 190,07 3 4,29 A

Sin micorrizas 180 201,80 2 5,25 A

Sin micorrizas 160 199,33 3 4,29 A

Sin micorrizas 140 197,83 3 4,29 A

Sin micorrizas 120 206,40 3 4,29 A

Sin micorrizas 100 206,13 3 4,29 A

Sin micorrizas 0 193,10 3 4,29 A

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

## Altura de Inserción de mazorca

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZ..	36	0,52	0,24	5,04

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	932,85	13	71,76	1,87	0,0949
DOSIS MICORRIZAS	132,32	1	132,32	3,44	0,0769
FERTILIZACIÓN N	464,92	5	92,98	2,42	0,0682
BLOQUES	280,40	2	140,20	3,65	0,0428
DOSIS MICORRIZAS*FERTILIZA..	55,21	5	11,04	0,29	0,9149
Error	845,26	22	38,42		
Total	1778,11	35			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,29156

Error: 38,4208 gl: 22

DOSIS MICORRIZAS Medias n E.E.

Sin Micorrizas 124,98 17 1,50 A

Con Micorrizas 120,78 19 1,43 A

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

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=11,14808

Error: 38,4208 gl: 22

FERTILIZACIÓN N Medias n E.E.

180 124,33 6 2,57 A

160 119,67 6 2,53 A

140 120,55 6 2,53 A

120 129,43 6 2,53 A

100 123,65 6 2,53 A

0 119,53 6 2,53 A

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

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,35680

Error: 38,4208 gl: 22

BLOQUES Medias n E.E.

1 126,50 12 1,81 A

2 121,73 12 1,79 A

3 120,53 12 1,79 A

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

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=18,60066

Error: 38,4208 gl: 22

DOSIS MICORRIZAS FERTILIZACIÓN N Medias n E.E.

Con micorrizas 180 123,92 4 3,12 A

Con micorrizas 160 116,00 3 3,58 A

Con micorrizas 140 118,80 3 3,58 A

Con micorrizas 120 129,23 3 3,58 A

Con micorrizas 100 120,77 3 3,58 A

Con micorrizas 0 115,93 3 3,58 A

Sin micorrizas 180 124,95 2 4,38 A

Sin micorrizas 160 123,33 3 3,58 A

Sin micorrizas 140 122,30 3 3,58 A

Sin micorrizas 120 129,63 3 3,58 A

Sin micorrizas 100 126,53 3 3,58 A

Sin micorrizas 0 123,13 3 3,58 A

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

## Días floración masculina

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIAS FLORACION MASCULINA	36	0,90	0,84	0,75

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	36,43	13	2,80	15,53	<0,0001
DOSIS MICORRIZAS	15,75	1	15,75	87,29	<0,0001
FERTILIZACION N	5,74	5	1,15	6,36	0,0009
BLOQUES	0,16	2	0,08	0,43	0,6562
DOSIS MICORRIZAS*FERTILIZA..	14,78	5	2,96	16,38	<0,0001
Error	3,97	22	0,18		
Total	40,40	35			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,29413

Error: 0,1805 gl: 22

DOSIS MICORRIZAS Medias n E.E.

Con Micorrizas 57,44 19 0,10 A

Sin micorrizas 56,11 17 0,10 B

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

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,76405

Error: 0,1805 gl: 22

FERTILIZACION N Medias n E.E.

180 57,34 6 0,18 A B

160 57,40 6 0,17 A

140 56,77 6 0,17 A B C

120 56,58 6 0,17 B C

100 56,60 6 0,17 B C

0 56,17 6 0,17 C

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

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,43567

Error: 0,1805 gl: 22

BLOQUES Medias n E.E.

1 56,93 12 0,12 A

2 56,77 12 0,12 A

3 56,70 12 0,12 A

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

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,27482

Error: 0,1805 gl: 22

DOSIS MICORRIZAS FERTILIZACION N Medias n E.E.

Con micorrizas 180 57,23 4 0,21 A B

Con micorrizas 160 57,10 3 0,25 A B

Con micorrizas 140 57,33 3 0,25 A B

Con micorrizas 120 57,87 3 0,25 A

Con micorrizas 100 57,90 3 0,25 A

Con micorrizas 0 57,20 3 0,25 A B

Sin micorrizas 180 57,50 2 0,30 A

Sin micorrizas 160 57,70 3 0,25 A

Sin micorrizas 140 56,20 3 0,25 B C

Sin micorrizas 120 55,30 3 0,25 C

Sin micorrizas 100 55,30 3 0,25 C

Sin micorrizas 0 55,13 3 0,25 C

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



## Longitud de mazorcas

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LONGITUD DE MAZORCAS	36	0,81	0,70	3,34

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	34,17	13	2,63	7,18	<0,0001
DOSIS MICORRIZAS	5,94	1	5,94	16,22	0,0006
FERTILIZACION N	16,75	5	3,35	9,15	0,0001
BLOQUES	0,13	2	0,07	0,18	0,8345
DOSIS MICORRIZAS*FERTILIZA..	11,34	5	2,27	6,19	0,0010
Error	8,06	22	0,37		
Total	42,23	35			

### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,41900

Error: 0,3662 gl: 22

DOSIS MICORRIZAS Medias n E.E.

Con micorrizas 18,43 19 0,14 A

Sin micorrizas 17,70 17 0,15 B

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

### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,08842

Error: 0,3662 gl: 22

FERTILIZACION N Medias n E.E.

180 19,44 6 0,25 A

160 18,39 6 0,25 A B

140 17,70 6 0,25 B

120 18,19 6 0,25 B

100 17,49 6 0,25 B

0 17,48 6 0,25 B

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

### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,62063

Error: 0,3662 gl: 22

BLOQUES Medias n E.E.

1 17,96 12 0,18 A

2 18,06 12 0,17 A

3 18,20 12 0,17 A

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

### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,81604

Error: 0,3662 gl: 22

DOSIS MICORRIZAS FERTILIZACION N Medias n E.E.

Con micorrizas 180 20,26 4 0,30 A

Con micorrizas 160 19,34 3 0,35 A B

Con micorrizas 140 18,08 3 0,35 B C

Con micorrizas 120 18,26 3 0,35 B C

Con micorrizas 100 16,82 3 0,35 C

Con micorrizas 0 17,80 3 0,35 C

Sin micorrizas 180 18,21 2 0,43 B C

Sin micorrizas 160 17,43 3 0,35 C

Sin micorrizas 140 17,31 3 0,35 C

Sin micorrizas 120 18,12 3 0,35 B C

Sin micorrizas 100 18,15 3 0,35 B C

Sin micorrizas 0 17,17 3 0,35 C

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

## Días cosecha

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIAS COSECHA	36	0,31	0,00	1,51

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	33,54	13	2,58	0,75	0,7029
DOSIS MICORRIZAS	5,95	1	5,95	1,72	0,2032
FERTILIZACION N	12,89	5	2,58	0,75	0,5981
BLOQUES	0,46	2	0,23	0,07	0,9354
DOSIS MICORRIZAS*FERTILIZA..	14,24	5	2,85	0,82	0,5463
Error	76,10	22	3,46		
Total	109,64	35			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,28766

Error: 3,4589 gl: 22

DOSIS MICORRIZAS Medias n E.E.

Sin micorrizas 123,24 17 0,45 A

Con micorrizas 122,47 19 0,43 A

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

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,34492

Error: 3,4589 gl: 22

FERTILIZACION N Medias n E.E.

180 122,28 6 0,77 A

160 123,00 6 0,76 A

140 124,00 6 0,76 A

120 122,67 6 0,76 A

100 122,83 6 0,76 A

0 122,17 6 0,76 A

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

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,90732

Error: 3,4589 gl: 22

BLOQUES Medias n E.E.

1 122,94 12 0,54 A

2 122,67 12 0,54 A

3 122,92 12 0,54 A

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

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,58103

Error: 3,4589 gl: 22

DOSIS MICORRIZAS FERTILIZACION N Medias n E.E.

Con micorrizas 180 121,46 4 0,94 A

Con micorrizas 160 122,33 3 1,07 A

Con micorrizas 140 124,00 3 1,07 A

Con micorrizas 120 123,33 3 1,07 A

Con micorrizas 100 121,67 3 1,07 A

Con micorrizas 0 122,00 3 1,07 A

Sin micorrizas 180 123,50 2 1,32 A

Sin micorrizas 160 123,67 3 1,07 A

Sin micorrizas 140 124,00 3 1,07 A

Sin micorrizas 120 122,00 3 1,07 A

Sin micorrizas 100 124,00 3 1,07 A

Sin micorrizas 0 122,33 3 1,07 A

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

## Numero de mazorcas por planta

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
NUMERO DE MAZORCAS POR PLA..	36	0,48	0,18	6,37

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,09	13	0,01	1,58	0,1667
DOSIS MICORRIZAS	0,01	1	0,01	1,56	0,2249
FERTILIZACION N	0,03	5	0,01	1,53	0,2206
BLOQUES	1,3E-03	2	6,6E-04	0,15	0,8632
DOSIS MICORRIZAS*FERTILIZA..	0,05	5	0,01	2,20	0,0906
Error	0,10	22	4,5E-03		
Total	0,19	35			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04628

Error: 0,0045 gl: 22

DOSIS MICORRIZAS Medias n E.E.

Con micorrizas 1,06 19 0,02 A

Sin micorrizas 1,04 17 0,02 A

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

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12021

Error: 0,0045 gl: 22

FERTILIZACION N Medias n E.E.

180 1,10 6 0,03 A

160 1,08 6 0,03 A

140 1,02 6 0,03 A

120 1,03 6 0,03 A

100 1,02 6 0,03 A

0 1,05 6 0,03 A

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

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06854

Error: 0,0045 gl: 22

BLOQUES Medias n E.E.

1 1,05 12 0,02 A

2 1,04 12 0,02 A

3 1,05 12 0,02 A

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

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,20057

Error: 0,0045 gl: 22

DOSIS MICORRIZAS FERTILIZACION N Medias n E.E.

Con micorrizas 180 1,10 4 0,03 A

Con micorrizas 160 1,17 3 0,04 A

Con micorrizas 140 1,03 3 0,04 A

Con micorrizas 120 1,00 3 0,04 A

Con micorrizas 100 1,00 3 0,04 A

Con micorrizas 0 1,07 3 0,04 A

Sin micorrizas 180 1,10 2 0,05 A

Sin micorrizas 160 1,00 3 0,04 A

Sin micorrizas 140 1,00 3 0,04 A

Sin micorrizas 120 1,07 3 0,04 A

Sin micorrizas 100 1,03 3 0,04 A

Sin micorrizas 0 1,03 3 0,04 A

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

## Numero de granos por mazorca

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
NUMERO DE GRANOS POR MAZOR..	36	0,68	0,50	3,87

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21925,16	13	1686,55	3,66	0,0036
DOSIS MICORRIZAS	5106,19	1	5106,19	11,09	0,0030
FERTILIZACION N	7904,89	5	1580,98	3,43	0,0192
BLOQUES	37,43	2	18,71	0,04	0,9602
DOSIS MICORRIZAS*FERTILIZA..	8876,65	5	1775,33	3,86	0,0116
Error	10127,49	22	460,34		
Total	32052,65	35			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=14,85497

Error: 460,3406 gl: 22

DOSIS MICORRIZAS Medias n E.E.

Con Micorrizas 564,20 19 4,96 A

Sin micorrizas 541,62 17 5,20 B

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

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=38,58835

Error: 460,3406 gl: 22

FERTILIZACION N Medias n E.E.

180 583,68 6 8,88 A

160 559,57 6 8,76 A B

140 544,57 6 8,76 B

120 557,38 6 8,76 A B

100 534,20 6 8,76 B

0 545,07 6 8,76 B

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

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=22,00364

Error: 460,3406 gl: 22

BLOQUES Medias n E.E.

1 551,13 12 6,19 A

2 553,43 12 6,19 A

3 554,97 12 6,25 A

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

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=64,38500

Error: 460,3406 gl: 22

DOSIS MICORRIZAS FERTILIZACION N Medias n E.E.

Con micorrizas 180 589,14 4 10,81 A

Con micorrizas 160 589,80 3 12,39 A

Con micorrizas 140 562,00 3 12,39 A B

Con micorrizas 120 573,40 3 12,39 A B

Con micorrizas 100 513,13 3 12,39 B

Con micorrizas 0 557,73 3 12,39 A B

Sin micorrizas 180 575,50 2 15,17 A B

Sin micorrizas 160 529,33 3 12,39 A B

Sin micorrizas 140 527,13 3 12,39 A B

Sin micorrizas 120 541,37 3 12,39 A B

Sin micorrizas 100 555,27 3 12,39 A B

Sin micorrizas 0 532,40 3 12,39 A B

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

## Peso de 100 granos

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PESO 100 GRANOS	36	0,43	0,10	7,47

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	693,79	13	53,37	1,30	0,2862
DOSIS MICORRIZAS	3,87	1	3,87	0,09	0,7622
FERTILIZACION N	428,22	5	85,64	2,08	0,1065
BLOQUES	13,34	2	6,67	0,16	0,8514
DOSIS MICORRIZAS*FERTILIZA..	248,36	5	49,67	1,21	0,3388
Error	905,77	22	41,17		
Total	1599,56	35			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,44252

Error: 41,1713 gl: 22

DOSIS MICORRIZAS	Medias	n	E.E.
0	86,24	17	1,56 A
VAM@1L/HA	85,45	19	1,48 A

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

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=11,54021

Error: 41,1713 gl: 22

FERTILIZACION N	Medias	n	E.E.
160	90,00	6	2,62 A
180	89,62	6	2,66 A
100	88,00	6	2,62 A
0	83,67	6	2,62 A
120	83,67	6	2,62 A
140	80,67	6	2,62 A

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

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,58040

Error: 41,1713 gl: 22

BLOQUES	Medias	n	E.E.
1	86,55	12	1,87 A
3	85,67	12	1,85 A
2	85,33	12	1,85 A

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

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=19,25494

Error: 41,1713 gl: 22

DOSIS MICORRIZAS	FERTILIZACION N	Medias	n	E.E.
0	180	94,00	2	4,54 A
VAM@1L/HA	160	90,00	3	3,70 A
0	160	90,00	3	3,70 A
0	100	88,67	3	3,70 A
0	120	87,33	3	3,70 A
VAM@1L/HA	100	87,33	3	3,70 A
VAM@1L/HA	180	86,70	4	3,23 A
VAM@1L/HA	140	84,67	3	3,70 A
VAM@1L/HA	0	84,00	3	3,70 A
0	0	83,33	3	3,70 A
VAM@1L/HA	120	80,00	3	3,70 A
0	140	76,67	3	3,70 A

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

## Rendimiento

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RENDIMIENTO KG/HA	36	0,76	0,62	5,44

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

valor	F.V.	SC	gl	CM	F	p-
Modelo		10163017,53	13	781770,58	5,42	
0,0003	DOSIS MICORRIZAS	1554934,16	1	1554934,16	10,77	
0,0034	FERTILIZACION N	4515608,70	5	903121,74	6,26	
0,0009	BLOQUES	818630,47	2	409315,24	2,84	
0,0802	DOSIS MICORRIZAS*FERTILIZA..	3273844,19	5	654768,84	4,54	
0,0054	Error	3175106,54	22	144323,02		
	Total	13338124,07	35			

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=263,02676

Error: 144323,0245 gl: 22

DOSIS MICORRIZAS Medias n E.E.

Con micorrizas 7142,74 19 87,74 A

Sin micorrizas 6763,96 17 92,14 B

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

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=683,25740

Error: 144323,0245 gl: 22

FERTILIZACION N Medias n E.E.

180 7641,45 6 157,24 A

160 7115,21 6 155,09 A B

140 6879,10 6 155,09 B

120 7061,49 6 155,09 A B

100 6543,23 6 155,09 B

0 6625,87 6 155,09 B

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

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=389,60340

Error: 144323,0245 gl: 22

BLOQUES Medias n E.E.

1 7089,44 12 110,75 Ns

2 7029,32 12 109,67 Ns

3 6768,41 12 109,67 Ns

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

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1140,02110

Error: 144323,0245 gl: 22

DOSIS MICORRIZAS FERTILIZACION N Medias n E.E.

Con micorrizas 180 7687,70 4 191,32 A

Con micorrizas 160 7474,10 3 219,33 A B

Con micorrizas 140 7312,36 3 219,33 A B C

Con micorrizas 120 7232,08 3 219,33 A B C D

Con micorrizas 100 6111,74 3 219,33 D

Con micorrizas 0 7038,47 3 219,33 A B C D

Sin micorrizas 180 7572,09 2 268,63 A B

Sin micorrizas 160 6756,32 3 219,33 A B C D

Sin micorrizas 140 6445,83 3 219,33 B C D

Sin micorrizas	120	6890,90	3	219,33	A	B	C	D
Sin micorrizas	100	6974,72	3	219,33	A	B	C	D
Sin micorrizas	0	6213,36	3	219,33				D

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

## Apendice 2. Fotografías



**Figura 2. Medición de terreno**



*Figura 3. Separación de parcelas*



*Figura 4. Material de siembra Somma*





*Figura 5. Siembra*



**Figura 6. Fertilización inicial de Fosforo y Potasio**



**Figura 7. Micorrizas VAM Huxtable**





*Figura 8. Riego por gravedad*



*Figura 9. Control de malezas manual*





*Figura 10. Toma de datos*



*Figura 11. Cosecha*



*Figura 12. Visita del Coordinador de tesis de la Escuela de Agronomía*

## Anexo 1. Análisis inicial de esporas en suelo.



### DIAGNÓSTICO DE VIABILIDAD DE ESPORAS

N° Muestra	Tipo de análisis	Fecha
MS034	Población Micorrizica de suelo	25-Julio-2019

### INFORMACIÓN CLIENTE

Nombre: Eduardo Paredes	
Empres (Finca, Hacienda, etc.): San Pablo	
Dirección: Babahoyo	Teléfono: 0999501310
	Fax: NA
	Email: NA
Ubicación: Babahoyo	

### INFORMACIÓN DE MUESTRA

Cultivo: Maíz	Edad: 1 año	Superficie: 1 ha
Observaciones adicionales: Análisis de muestras de suelo para determinación de la población de esporas.		
Descripción del análisis requerido: Población de esporas micorrizicas de suelo.		

### REPORTE DE RESULTADOS

Código	Identificación Muestra	Esporas Viables/100pps	Morfospecie Sugeriada	Coloración	Observaciones
R1	Tratamiento 1	422	Gloster	amarilla	1250

#### Método utilizado:

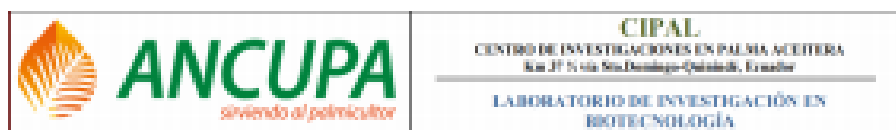
1. Aislamiento de esporas de suelo por método de Sedimentación y Tinción en Hémato (Godemann y Nicholson, 1963).
2. Para taxonomía: uso de características de clasificación en base a morfología de las esporas proporcionadas por el INVAM.

#### Observaciones:

- La diversidad en colores y formas de esporas indica diversidad de morfospecies o posibles géneros.
- La presencia de esporas de coloración hialina sugiere producción de esporas en la muestra, es decir esporas "nuevas" totalmente potenciales y viables.
- Para análisis estadísticos, la transformación adecuada es raíz cuadrada de base x.

Ing. Agr. Vladimir Bruvo

## Anexo 2. Análisis final de esporas en suelo.



### DIAGNÓSTICO DE VIABILIDAD DE ESPORAS

N° Muestra	Tipo de análisis	Fecha
MS123-MS124	Población Micorrízica de suelo	25-Diciembre-2019

### INFORMACIÓN CLIENTE

Nombre: Eduardo Paredes	
Empres (Finca, Hacienda, etc.): San Pablo	
Dirección: Montalvo	Teléfono: 0968082495
	Fax: NA
	Email: NA
Ubicación: Babahoyo	

### INFORMACIÓN DE MUESTRA

Cultivo: Maíz	Edad: 1 año	Superficie: 1 ha
Observaciones adicionales: Análisis de muestras de suelo para determinación de la población de esporas.		
Descripción del análisis requerido: Población de esporas micorrízicas de suelo.		

### REPORTE DE RESULTADOS

Código	Identificación Muestra	Esporas Viables/100ggs	Morfospecie Superada	Coloración	Observaciones
R1	Tratamiento 1	878	Glómar, Acaulogpora	hialina, amarilla	1715
R2	Tratamiento 2	1211	Glómar, Acaulogpora	hialina, amarilla	1715
R3	Tratamiento 3	917	Glómar, Acaulogpora	hialina, amarilla	1715
R4	Tratamiento 4	711	Glómar, Acaulogpora	hialina, amarilla,	1811
R5	Tratamiento 5	801	Glómar, Acaulogpora	hialina, amarilla	1811
R6	Tratamiento 6	589	Glómar, Acaulogpora	hialina, amarilla	1811
R7	Tratamiento 7	346	Glómar	amarilla, café claro	1790
R8	Tratamiento 8	385	Glómar	amarilla, café claro	1790
R9	Tratamiento 9	391	Glómar	amarilla, café claro	1790
R10	Tratamiento 10	405	Glómar	amarilla, café claro	1790
R11	Tratamiento 11	432	Glómar	amarilla, café claro	1790
R12	Tratamiento 12	465	Glómar	amarilla, café claro	1790