



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



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo, como  
requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**

“Utilización de micorrizas arbusculares en el cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*), para tolerancia al estrés hídrico, en condiciones de invernadero”.

**AUTOR:**

Jonathan Fabian Solórzano Ponce

**TUTOR:**

Ing. Agr. Edwin Hasang Moran, MSc  
Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2019



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



**TRABAJO EXPERIMENTAL**

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

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**

"Utilización de micorrizas arbusculares en el cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*), para tolerancia al estrés hídrico, en condiciones de invernadero".

**TRIBUNAL DE SUSTENTACION**

Ing. Guillermo García Vásquez, MSc.

**PRESIDENTE**

Ing. David Mayorga Arias, MBA.

**VOCAL PRINCIPAL**

Ing. Cristina Maldonado Camposano, MBA

**VOCAL PRINCIPAL**

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

*Jonathan Solórzano*

Jonathan Fabian Solórzano Ponce

## **AGRADECIMIENTO**

Dios, tu amor y tu bondad no tienen fin, me permites sonreír ante todos mis logros que son resultados de tu ayuda, este trabajo de tesis ha sido una gran bendición en todo sentido y te lo agradezco padre, y no cesan mis ganas de decir que es gracias a ti esta meta cumplida, gracias por estar presente no solo en esta etapa tan importante de mi vida, sino en todo momento ofreciéndome y buscando lo mejor para mi persona, gracias Dios por la vida de mis padres también porque cada día bendice mi vida con la hermosa oportunidad de estar y disfrutar al lado de las personas que sé que más me aman, gracias al amor recibido, la dedicación y la paciencia con la que cada día se preocupaban mis padres, son los principales promotores de mi vida profesional, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas.

También quiero agradecer mucho aquellas personas que siempre abrieron las puertas para que yo pueda cumplir mis metas como es el Ing. Joffre Alberto Cabezas Astudillo quien me permitió realizar mis pasantías en su bananera, a mi mamita como le decía Sra. Benedicta Contreras Amat y a la comunidad frente de mujeres 15 de septiembre, gracias a ellos pude realizar mi vinculación con la comunidad, a mi padrino como siempre le decía MIGUEL ANGEL GUINGLA NARANJO, quien estuvo presto para apoyarme en cualquier situación.

Gracias a la vida por este nuevo triunfo, gracias a todas las personas que me apoyaron y creyeron en JONATHAN FABIAN SOLÒRZANO PONCE.

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada principalmente a DIOS, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. Con mucho amor a mi mamá YUBI ITALIA PONCE MACAY, a mi papá HECTOR FELICISIMO SOLÓRZANO RENGIFO, a mi tía LUCRECIA ANTONIA CONFORME PONCE, a mi tío SAUL BIENVENIDO MACAY BERMELLO, a mi tía MARIA YESENIA MACAY CONFORME, a mi tío CARLOS ALBERTO SOLÓRZANO RENGIFO, a mi hermana JULISSA MELIBETH SOLÓRZANO PONCE, a mis hermanos ELVIS DANIEL SOLÓRZANO PONCE, HECTOR JESUS SOLÓRZANO PONCE, de manera especial a DIANA LOURDES SOTOMAYOR VERA, KENNYA KATHERINE TOMALÁ CALDERÓN, MADELEY MELISSA MORAN MACIAS, a mi tutor de tesis EDWIN HASANG MORAN porque ellos son mi motivación para seguir adelante en mi vida profesional.

A la institución, mis maestros y a mis compañeros de estudios especialmente a CHRISTOPHER RODOLFO ACOSTA OROZCO, que, en este andar por la vida, influyó con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida, a todos y cada uno de ellos les dedico cada una de estas páginas de mi tesis.

Finalmente, a todas las personas que aportaron con su positivismo y alegría para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano, los llevare por siempre en mi corazón.

# ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos .....	2
1.1.1. General.....	2
1.1.2. Específicos.....	2
II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Origen y distribución del arroz. ....	3
2.2. Taxonomía.....	4
2.3. Importancia del cultivo de arroz.....	5
2.4. Arroz en el Ecuador.....	5
2.5. Evolución de la producción de arroz en el Ecuador.....	5
2.6. Clima y Meteorología .....	5
2.7. Descripción botánica .....	6
2.8. Requerimiento edafoclimático del cultivo .....	7
2.9. Periodos secos en la variabilidad climática.....	9
2.10. Variabilidad climática.....	9
2.11. Sequia .....	10
2.12. Adaptación, vulnerabilidad y resiliencia .....	10
2.13. Micorrizas.....	10
2.14. Importancia de las micorrizas .....	11
2.15. Ficha técnica Glumix .....	12
2.16. Ficha técnica Micor 9 .....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1. Ubicación y descripción del campo experimental.....	13
3.2. Material genético .....	13
3.3. Métodos.....	14
3.4. Factores estudiados .....	14
3.5. Tratamientos.....	14
3.6. Diseño experimental.....	14
3.6.1. Esquema del análisis de varianza .....	15
3.7. Análisis funcional .....	15
3.8. Manejo del ensayo.....	15
3.8.1. Preparación del terreno .....	15

3.8.3. Fertilización .....	15
3.8.4. Control de malezas.....	16
3.8.5. Control fitosanitario.....	16
3.8.6. Cosecha.....	16
3.9. Datos evaluados .....	16
3.9.1. Altura de planta.....	16
3.9.2. Número de macollos .....	17
3.9.3. Número de panículas .....	17
3.9.4 Longitud de las panículas.....	17
3.9.5. Longitud y ancho de la hoja bandera.....	17
3.9.6. Vigor .....	17
3.9.7 Longitud de la raíz (cm) .....	17
3.9.8. Biomasa fresca de la raíz (g) .....	18
3.9.9. Biomasa seca de la raíz (g).....	18
3.9.10. Biomasa fresca de la parte aérea (g) .....	18
3.9.11. Biomasa seca de la parte aérea (g).....	18
3.9.12. Días de la floración.....	18
3.9.13. Granos por panículas.....	18
3.9.14 Esterilidad de panícula (%) .....	18
3.9.15. Peso de 1000 granos.....	19
3.9.16. Rendimiento de grano.....	19
3.9.17. Análisis económico.....	19
IV. RESULTADOS.....	20
4.1. Altura de planta.....	20
4.2. Número de macollos/planta.....	20
4.1. Número de panículas/planta .....	21
4.2. Longitud y ancho de la hoja bandera (cm).....	21
4.3. Vigor .....	22
4.4. Longitud de panículas .....	22
4.5. Longitud de la raíz (cm) .....	23
4.6. Biomasa fresca de la raíz (g) .....	23
4.7. Biomasa seca de la raíz (g).....	24
4.8. Biomasa fresca de la parte aérea (g).....	24
4.9. Biomasa seca de la parte aérea (g).....	25

4.10.	Días a floración .....	25
4.11.	Granos por panículas .....	26
4.12.	Esterilidad de panícula (%).....	26
4.13.	Peso de 1000 granos (g) .....	27
4.14.	Rendimiento (kg/ha) .....	27
4.15.	Análisis económico.....	28
V.	CONCLUSIONES .....	29
VI.	RECOMENDACIONES .....	30
VII.	RESUMEN.....	31
VIII.	SUMMARY .....	32
IX.	BIBLIOGRAFÍA .....	33
X.	APÉNDICE .....	36
10.1.	Tabla estadística.....	36



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos estudiados en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el comportamiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018. ....	14
Tabla 2. Altura de planta y número de macollos en el efecto de la aplicación de fertilizantes orgánicos sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018. ....	20
Tabla 3. Número de panículas y longitud de la hoja bandera en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018. ....	21
Tabla 4. Vigor y longitud de panículas en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018. ....	22
Tabla 5. Longitud de la raíz y biomasa fresca de la raíz en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018. ....	23
Tabla 6. Biomasa seca de la raíz y biomasa fresca de la parte aérea en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018. ....	24
Tabla 7. Biomasa seca de la parte aérea y días a floración por panícula en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018. ....	25
Tabla 8. Granos por panículas y esterilidad de panícula en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018. ....	26
Tabla 9. Peso de 1000 granos y rendimiento (g) en el cultivo de arroz	
Tabla 10. Análisis económico/ha en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018. ....	28
Tabla 11. Análisis de varianza para altura de planta, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018. ....	36
Tabla 12. Análisis de varianza para número de macollos, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018. ....	37
Tabla 13. Análisis de varianza para número de panículas, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018. ....	38
Tabla 14. Análisis de varianza para longitud y ancho de la hoja bandera, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018. ....	39
Tabla 15. Análisis de varianza para vigor, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018. ....	40

Tabla 16. Análisis de varianza para longitud de las panículas, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018. .....	41
Tabla 17. Análisis de varianza para longitud de la raíz, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018. .....	42
Tabla 18. Análisis de varianza para biomasa fresca de la raíz, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018. .....	43
Tabla 19. Análisis de varianza para biomasa seca de la raíz, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018. .....	44
Tabla 20. Análisis de varianza para biomasa fresca de la parte aérea, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.....	45
Tabla 21. Análisis de varianza para biomasa seca de la parte aérea y su efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.....	46
Tabla 22. Análisis de varianza para días de la floración, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018. .....	47
Tabla 23. Análisis de varianza para granos por panículas, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018. .....	48
Tabla 24. Análisis de varianza para esterilidad de panícula, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018. .....	49
Tabla 25. Análisis de varianza para peso de 1000 granos, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018. .....	50
Tabla 26. Análisis de varianza para rendimiento de grano, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018. .....	51

## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales cereales básicos utilizados para la alimentación humana es el arroz, el cual, en términos de superficie cultivada, es superado solo por el trigo (INFOAGRO 2015); se espera que para el año 2025 exista un requerimiento mundial de 880 millones de toneladas (t) de este cereal. Los principales países productores son China, India, Indonesia, Pakistán (FAO 2016); en América Latina, Argentina, Uruguay, Perú y Brasil son los mayores productores con promedios de rendimiento de 7.73; 8.00, 6,.6 y 5.02 t/ha, respectivamente, en tanto que Ecuador presenta promedios de 3.74 t/ha, menor incluso a Colombia, que tiene de 4.87 t /ha (INFOARROZ, 2013).

El arroz tiene la particularidad evolutiva de ser semiacuático y convencionalmente crece bajo inundación continua durante la mayor parte de su ciclo de vida. Por tanto, tiene relativamente pocas adaptaciones a las condiciones de agua limitada y es extremadamente sensible a la sequía (Kamoshita et al., 2008), necesita volúmenes altos de agua, cuya escasez influye negativamente sobre el crecimiento de la planta y el rendimiento de grano (Vallino et al., 2009). Sin embargo, aproximadamente la mitad de la superficie de arroz en el mundo no dispone de agua suficiente para mantener condiciones de inundación y el rendimiento se reduce en cierta medida por la sequía (Bernier et al., 2008).

Los hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) colonizan el tejido intrarradical de la planta hospedera, donde desarrollan estructuras características de la simbiosis (arbuscúlos y vesículas), así como micelio extraradical, el cuál interactúa con el ecosistema de la rizósfora y es el encargado de la absorción de agua y nutrientes del suelo (Smith & Read, 2008).

Teniendo en cuenta lo anterior, la presente investigación se realizará con el objetivo de evaluar los efectos de la aplicación de micorrizas sobre el desarrollo de plantas de arroz durante su fase vegetativa en suelos con deficiencia hídrica a nivel de invernadero.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. General**

Determinar el efecto de micorrizas arbusculares en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), para tolerancia al estrés hídrico, en condiciones de invernadero.

### **1.1.2. Específicos**

- Establecer el efecto de la utilización de micorrizas, sobre el desarrollo agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L), en suelos con deficiencias hídricas a nivel de invernadero.
- Determinar el tratamiento más eficaz con la utilización de micorrizas, sobre el desarrollo agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L), en suelos con deficiencias hídricas a nivel de invernadero.
- Analizar económicamente los tratamientos.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Origen y distribución del arroz.

Aunque en sus orígenes el arroz crecía de manera salvaje, hoy en día las variedades que se cultivan en la mayoría de los países pertenecen al tipo *Oryza*, que cuenta con una veintena de especies, de las cuales solamente dos presentan un interés agrícola para el hombre:

*Oryza sativa* (arroz común asiático y presente en la mayoría de los países orizícolas en el mundo) originario de Extremo Oriente al pie del Himalaya dando por el lado chino la subespecie *O. sativa* japónica y del lado indio la subespecie *O. sativa* indica. La gran mayoría de las variedades que se cultivan pertenecen a esta especie, que se caracteriza por su plasticidad y por su cualidad gustativa; - **Oryza glaberrima**, especie anual originaria de África occidental, desde el delta central del Níger hasta Senegal (Conferencia de las Naciones Unidas para el Comercio y Desarrollo (UNCTAD, 2000).

Se cree que el cultivo del arroz se inició hace más de 6500 años, desarrollándose paralelamente en varios países: los primeros cultivos aparecen en la China 5000 años antes de nuestra era, en el paraje de Hemu Du, así como en Tailandia hacia 4500 antes de J.C., para aparecer luego en Camboya, Vietnam y al sur de la India. De ahí, las especies derivadas llamadas japónica (tipo de cultura irrigada de zona templada, de granos medianos o pequeños, llamados también granos redondos y de cultura inundada, - de zona tropical cálida) e indica (tipo de cultura irrigada de zona tropical cálida, de granos alargados, delgados y planos) se extendieron hacia otros países asiáticos: Corea, Japón, Myanmar, Pakistán, Sri Lanka, Filipinas e Indonesia (UNCTAD, 2000).

Hacia el año 800 AC el arroz asiático se aclimató en el Cercano Oriente y en Europa meridional. Los Moros lo introdujeron en España en el momento de la conquista de este país alrededor del año 700 de nuestra era. Más tarde, se propagó a Italia a partir de mediados del siglo XV, a Francia y, tras la época de los grandes descubrimientos, se implantó en todos los continentes. Es así como en 1694, el arroz llega a Carolina del Sur, proveniente probablemente de Madagascar y los españoles lo llevan a América del Sur a principios del siglo XVIII (UNCTAD, 2000).

La especie africana llamada *Oryza glaberrima* se extendió desde su foco original, el delta del Níger, hasta el Senegal entre 1500 y 800 antes de J.C., pero nunca se desarrolló lejos de su zona de origen. Su cultivo incluso sufrió un declive en favor de la especie asiática, que probablemente fueron introducidas en el continente africano por las caravanas árabes que procedían de la costa oriental entre el siglo VII y el siglo XI (UNCTAD, 2000).

El arroz es el cereal que más se consume en el mundo después del trigo. A más de la mitad de la población mundial les proporciona más del 50% de las calorías de su alimentación. Ocupa un lugar tan importante en Asia que llega incluso a tener repercusiones sobre el idioma y las creencias locales. En chino clásico, el mismo término sirve a la vez a definir "arroz" y "agricultura". En varias lenguas oficiales y dialectos locales, la palabra "comer" significa "comer arroz". Finalmente, en la semántica oriental, las palabras "arroz" y "comida" son a veces equivalentes (UNCTAD 2000).

## **2.2. Taxonomía**

Reino: Plantae.

División: Magnoliophyta.

Clase: Liliopsida.

Orden: Poales

Familia: Poaceae.

Género: *Oryza*.

Especie: *sativa*.

El arroz (*Oryza sativa*) es una planta monocotiledónea perteneciente a la familia Poaceae de las gramíneas. Planta herbácea anual que se cultiva en condiciones casi permanentes de inundación y crece con mayor facilidad en los climas tropicales. Originariamente el arroz era una planta cultivada en seco, pero con las mutaciones se convirtió en semi-acuática, aunque puede crecer en medios bastante diversos, crecerá más rápidamente y con mayor vigor en un medio caliente y húmedo (Caicedo, 2008).

### **2.3. Importancia del cultivo de arroz.**

El arroz es el segundo cereal más producido en el mundo con 756,70 millones de toneladas en el 2017; con 2,10 millones de toneladas más, que la producción mundial de arroz de 2016. La data revisada señala una mejora de las perspectivas de las cosechas en China (Continental) y Myanmar, aunque se prevé que Filipinas, el Pakistán y Sierra Leona tendrán rendimientos que compensaran la baja producción en otros países; como Bangladesh y Madagascar (Briceño y Álvarez, 2010). Se siembra con fines comerciales en más de 100 países y en todos los continentes excepto la Antártida.

### **2.4. Arroz en el Ecuador**

El paisaje agrícola actual de la costa ecuatoriana ha cambiado así mismo las leyes del estado ha hecho que el agro se convierta en una de las actividades más importantes de las provincias de la Costa, es por ello que en el 2001 el arroz contribuye con el 13 % del PIB agrícola nacional, razón por la que comercialmente es un producto estratégico que puede ser exportado así también (MAGAP, 2008) el consumo per cápita está en promedio de 40 kg/año constituye importante en la alimentación básica de consumo interno.

### **2.5. Evolución de la producción de arroz en el Ecuador**

Las áreas arroceras se concentran (97 %) en las provincias de Guayas (63.85 %), Los Ríos (28.19 %) y Manabí (4.63 %), en el cual Guayas a lo largo del tiempo la superficie cosechada de arroz ha tenido una curva constantemente creciente hasta el periodo 2002-2014, debido a las características climatológicas y geográficas favorables de las zonas arroceras en el Ecuador, se realizan hasta tres ciclos de cultivo anualmente. (Moreno, 2015).

### **2.6. Clima y Meteorología**

En Ecuador la posición geográfica está en la zona ecuatorial tropical, en la cual influye la presencia de la corriente fría de Humboldt y de la corriente cálida de El Niño, de igual forma debido al acoplamiento de la orientación perpendicular de los Andes con los vientos alisios dan como resultado una climatología variada.

## **2.7. Descripción botánica**

El arroz (*Oriza sativa*) es una monocotiledónea perteneciente a la familia poaceae sus principales características morfológicas son las siguientes:

### **Raíces**

Olmos (2006), indica que el sistema radical del arroz está formado por dos tipos de raíces: Las raíces de la corona y las raíces de los nudos. Si bien ambas clases se desarrollan de nudos, las de la corona lo hacen de nudos bajo la superficie del suelo. Las raíces en los nudos superiores se presentan en condiciones de excepcionales de anegamiento profundo.

Las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Posee dos tipos de raíces: seminales que se originan de la radícula y son de naturaleza temporal y las raíces adventicias secundarias, que tienen una libre ramificación y se forman a partir de nudos inferiores del tallo joven. Estas últimas sustituyen a las raíces seminales (MDRyT, 2011).

### **Tallo**

El tallo se forma de nudos y entrenudos alternados, siendo cilíndrico, nudoso, glabro y de 60 a 120 cm de longitud (Olmos, 2006).

### **Hojas**

Las hojas son alternas, envainadoras, con el limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de reunión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida que representa en el borde inferior una serie de cirros largos y sedosos. La primera hoja que aparece en la base del tallo principal o de las macollas se denomina prófido, no tiene lámina y están constituidos por dos brácteas aquilladas (Olmos, 2006).

### **Flores**

Es una inflorescencia de tipo panoja, se localiza sobre el vástago terminal, siendo una espiguilla la unidad de la panícula, y consiste en dos lemas estériles, la raquilla y el flósculo conocida también como panícula y mide aproximadamente de



15 a 40 cm de largo, son de color verde blanquecino y puede contener una cantidad de espiguillas de 30 a 500 y la panoja puede ser abierta o compacta puede ser colgado o en forma recta, (MDRyT, 2011).

## **Grano**

La semilla es un ovario maduro, seco e indehisciente. Consta de la cáscara formada por el lema y la palea con sus estructuras asociadas, lemas estériles, la raquilla y la arista; el embrión, situado en el lado ventral de la semilla cerca al lema, y el endospermo, que provee alimento al embrión durante la germinación (CIAT, 2005).

### **2.8. Requerimiento edafoclimático del cultivo**

Medina (2008) indica que la planta de arroz tiene gran capacidad de extracción de nutrientes del suelo, por ello, es importante la fertilización para reponer los elementos sustraídos. La cantidad dependerá de la variedad, el sistema de cultivo y de la fertilidad del suelo (Franquet y Borrás, 2004).

## **Suelo**

El cultivo tiene lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa preferentemente no calcáreos. Profundidad del suelo: > 60 cm. La máxima profundidad de las raíces es de alrededor de un metro cuando no hay una capa compacta en el subsuelo Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propias del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y los deltas de los ríos. Los suelos de textura fina (“pesados” o “fuertes”) dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes, es tolerante a la salinidad, permitiendo buenos rendimientos. La topografía natural del terreno, aunque no influye de forma significativa con la producción del cultivo puede elevar los costos de producción y sobre todo en la mecanización del cultivo, (INTA, 2009).

El pH óptimo para el arroz es de 5,50 a 6,50 en suelo seco y de 7,00 a 7,20 en suelo inundado, pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, y la disponibilidad de fósforo son altas y, además,

las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos, están por debajo del nivel tóxico. Requiere pobre drenaje, (DICTA, 2003).

## **Clima**

Los principales factores climáticos son la radiación solar y la temperatura, la radiación solar medida en calorías/día, es la fuente que la planta requiere para los procesos de fotosíntesis y de evapotranspiración, requiere radiación directa durante la mayor parte de su ciclo, con una intensidad de luz óptima de 32,30-86,10 klux. Los días nublados durante la etapa reproductiva y de maduración afectan el rendimiento. La etapa más crítica de la planta va de los 15 días antes de la floración hasta la cosecha, en donde para altos rendimientos se requieren más de 400 cal/día, (Cruz, 2004).

## **Fotoperiodo**

Planta de día corto, con un fotoperiodo crítico de 12-14 horas. La sensibilidad al fotoperiodo varía entre genotipos. El fotoperiodo crítico para las variedades más sensibles es de 10 horas. Casi todas las variedades presentan mayor precocidad en ambientes de días cortos. Existen variedades insensibles al fotoperiodo (FAO, 2013).

## **Precipitación:**

Cuando se cultiva bajo condiciones de temporal requiere 1000-4000 mm anuales. Requiere de suelos húmedos e inundados. Para buenos rendimientos se necesitan 200 - 300 mm de lluvia bien distribuidos por mes. La etapa más crítica son los 10 días anteriores a la floración. Le favorece una humedad atmosférica alta, las precipitaciones condicionan el sistema y las técnicas de cultivo, sobre todo cuando se cultiva en tierras altas, donde están más influenciadas por la variabilidad de las mismas (Cruz, 2004).

## **Temperatura**

El arroz necesita para germinar un mínimo de 10 a 13 °C, considerándose su óptimo entre 30 y 35 °C. Por encima del 40 °C no se produce la germinación. El crecimiento del tallo, hojas y raíces tiene un mínimo exigible de 7 °C, considerándose su óptimo en los 23 °C. Con temperaturas superiores a ésta, las plantas crecen más rápidamente, pero los tejidos se hacen demasiado blandos e inconsistentes, siendo más susceptibles a los ataques de enfermedades. El espigado está influido por la temperatura y por la disminución de la duración de los días. (FAO, 2013).

Indica Cruz (2004) que, el mínimo de temperatura para florecer se considera de 15 °C, el óptimo de 30 °C Por encima de los 50 °C no se produce la floración. Las temperaturas altas de la noche aumentan la respiración de la planta, con lo que el consumo de las reservas acumuladas por la función clorofílica es mayor, las temperaturas bajas durante la noche favorecen la maduración de los granos.

### **2.9. Periodos secos en la variabilidad climática**

El clima posee diversas condiciones que pueden beneficiar o perjudicar la vida de los seres vivos. Las variaciones climáticas promovieron durante la antigüedad que muchas civilizaciones sucumbieran. El Antiguo y Nuevo Reino Egipto; Mesopotámia y la Europa Occidental de entre los siglos XIV y XVIII tuvieron que responder a crisis ambientales que involucraron episodios de inundaciones y sequías. (Butzer, 2012). El clima es impredecible y prepararse oportunamente para lidiar con sus efectos es un deber para evitar pérdidas socio económicas.

### **2.10. Variabilidad climática**

Un aspecto a tener muy presente frente a la incertidumbre climática, es lo referido a la variabilidad climática. Esta se define como la variación de las estadísticas climáticas de un determinado período (mes, estación o año) respecto a las estadísticas a largo plazo de dicho período (WMO & UNESCO, 2012). El cambio climático hará que sea más inestable y promoverá el incremento e intensidad de episodios como las sequías y las precipitaciones (Kundzewicz &

Mata, 2007).

### **2.11. Sequia**

Al hablar de sequías existe una gran confusión debido a que se presentan diversos tipos de sequías: sequías meteorológicas (deficiencia de precipitaciones), sequías hidrológicas (deficiencia de agua superficial y subterránea), sequías agrícolas (deficiencia de la disponibilidad de agua para operaciones agrícolas), económicas (caída en la economía debido a su incapacidad para poder lidiar con las lluvias escasas) y, sociales (impactos directos e indirectos en las actividades humanas causados por la falta de agua) (UNDP, 2004). Haciendo un resumen de la diversidad de definiciones de lo que es sequía se la puede definir como la ausencia de precipitaciones en el periodo naturalmente esperado para permitir el desarrollo de las actividades humanas.

### **2.12. Adaptación, vulnerabilidad y resiliencia**

El cambio climático es un fenómeno natural. El que estamos experimentando en la actualidad, está fuertemente influenciado por actividades antropogénicas que siguen un modelo civilizatorio negativo (Chacón & Postigo, 2013). Dentro de este escenario, la adaptación, la vulnerabilidad y la resiliencia al cambio climático son conceptos que están muy relacionados el uno con el otro.

### **2.13. Micorrizas**

Las asociaciones simbióticas entre raíces vegetales y hongos fueron denominadas en 1885 por el patólogo forestal alemán A. B. Fran como micorriza, derivado de la palabra en griego que traduce raíz fungal (Barea, *et al.* 2002).

Las micorrizas, de las que hace muchos años se sabe son comunes en árboles forestales, hoy en día se consideran como las raíces nutricias normales de la mayoría de las plantas, incluyendo cereales, hortalizas, plantas de ornato y, por supuesto, los árboles (Agrios, 2002).

## 2.14. Importancia de las micorrizas

Las micorrizas al parecer mejoran el crecimiento de la planta al aumentar la superficie de absorción del sistema radical; al absorber selectivamente y al acumular ciertos nutrientes, especialmente el fósforo; al solubilizar y hacer disponibles para la planta algunos minerales normalmente insolubles; al permitir que las raíces alimentadoras funcionen durante más tiempo; y al hacer que las raíces alimentadoras sean más resistentes a la infección que ocasionan algunos hongos del suelo tales como *Phytophthora*, *Pythium* y *Fusarium* (Agrios, 2002).

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que hay muchas asociaciones distintas que se establecen entre el hongo y su hospedante y que cada combinación puede tener efectos distintos sobre el crecimiento de la planta. Algunos hongos micorríticos tienen un amplio rango de hospederos, mientras que otros son más específicos. Así mismo, algunos de ellos benefician el mayor grado a un determinado hospedante que otros hongos, y algunos hospederos sacan un mejor provecho al asociarse con ciertos hongos micorríticos que con otros hospedantes. (Agrios, 2002).

Según Bernaza y Acosta (2006) los efectos benéficos de las micorrizas arbusculares en el suelo están muy relacionados con sus efectos sobre las plantas por estar éstos (suelo – planta), estrechamente relacionados. Sin embargo, podemos declarar que las micorrizas, realizan varias funciones en el suelo que incrementan mucho su potencial agro productivo y sus posibilidades de sostén y mantenimiento de las diferentes especies vegetales.

Las micorrizas prolongan el sistema radical de las plantas, y ello facilita una mayor retención física de partículas del suelo, limitando los efectos dañinos de la erosión causada por el agua, son las micorrizas regeneradoras de suelos degradados, ya que, al facilitar el mejoramiento de la estructura de éste, se incrementa sus posibilidades de retención de humedad, aireación y descomposición de la materia orgánica (Bernaza y Acosta, 2006).

Bernaza,y Acosta (2006) informa que la presencia de micorrizas en los suelos, moviliza una gran cantidad de nutrientes que antes no estaban a disposición de las plantas, por lo que incrementa la fertilidad de éstos.

En la medida que los suelos sean menos fértiles se necesitarán más estructuras fúngicas para lograr una mayor eficiencia, ya que las micorrizas mejoran la capacidad productiva de suelos poco productivos, prolongan la vida de los suelos agrícolas productivos, en zonas áridas y semiáridas, pueden ayudar a las plantas simbiotas a captar agua para tolerar el estrés hídrico (Bernaza y Acosta, 2006).

### **2.15. Ficha técnica Glumix**

Biokrone (2017) en la ficha técnica de Glumix, menciona que equivale a micorrizas arbusculares con 3000 esporas / kg de producto, cuyo ingrediente activo tiene las siguientes características:

Ingrediente activo % en peso

Hongos del género glumae (0,15 %)

- Glomus fasciculatum
- Glomus constrictum
- Glomus tortuosum
- Glomus geosporum
- Glomus intraradices

Calcio 8,00 %

Hierro 0,05 %

Inertes 91,80 %

Total 100 %

### **2.16. Ficha técnica Micor 9**

FENECSA (2017) Contiene esporas de nueve especies de micorrizas elegidas por su compatibilidad con gran variedad de plantas, alto grado de colonización, adaptación a diversos suelos y a diferentes condiciones Endomicorrizas (Glomus y Rhizopogon spp.) su contenido es de  $8 \times 10^{11}$  CFU (colony forming units).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

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

El presente trabajo de investigación se realizó en los predios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad técnica de Babahoyo, ubicada en el km. 7.5 de la vía Babahoyo-Montalvo. Las coordenadas geográficas (UTM) son X: 668690 E; Y: 9801098 N.

La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura promedio de 24 a 26 °C, humedad relativa 88%, precipitación anual de 1662 mm, una altura de 8 msnm y 990 horas de heliofanía de promedio anual<sup>1</sup>.

#### 3.2. Material genético

Como material de siembra se utilizaron semillas de arroz, variedad INIAP 14.

CARACTERISTICAS	INIAP 14
Rendimiento en riego (t/ha)	5,8 a 11
Rendimiento en seco (t/ha)	4,8 a 6,0
Altura de planta (cm)	99 a 107
Ciclo vegetativo (días)	113 a 117
Long. Grano descascarado (mm)	6,6 a 7,5
Sarocladium oryzae	Moderadamente susceptible
Manchado del grano (%)	Moderadamente resistente
Sarocladium oryzae	Moderadamente susceptible
Rhizoctonia solani	Tolerante
Sogata ( <i>Tagosodes oryzae</i> )	Resistente
Acame de plantas	Resistente

<sup>1</sup> Fuente: Estación experimental meteorológica UTB, INAHMI, 2018

FUENTE: INIAP

### 3.3. Métodos

Se utilizaron los métodos inductivos - deductivos; deductivos – inductivos y experimentales.

### 3.4. Factores estudiados

Variable dependiente: Comportamiento agronómico y rendimiento.

Variedad independiente: productos y dosis de micorrizas; variedad de arroz “INIAP 14”

### 3.5. Tratamientos

Los tratamientos estuvieron constituidos por las diferentes dosis de micorrizas; descritos en el siguiente cuadro:

**Tabla 1. Tratamientos estudiados en la utilización de las micorrizas arbusculares como mejora de la tolerancia a la sequía en plantas de arroz.**

Nº	Productos	Aplicación	Época de aplicación	Dosis (l-Kg/ha)
T1	Micorrizas	Drench	Al momento del transplante	0.5
T2	Micorrizas	Drench	Al momento del transplante	1.0
T3	Micorrizas	Edáfica	Al momento del transplante	10
T4	Micorrizas	Edáfica	Al momento del transplante	20
T5	Testigo	Sin aplicación	-	-

### 3.6. Diseño experimental

Se empleó el Diseño de “Bloques al Azar”, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones.



### 3.6.1. Esquema del análisis de varianza

**Cuadro 1. Se desarrolló el Adeva mediante el siguiente esquema:**

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	4
Error experimental	12
Total	16

### 3.7. Análisis funcional

Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza, utilizándose la prueba de significancia de Tukey al 95% de probabilidad para las comparaciones de las medias de los tratamientos.

### 3.8. Manejo del ensayo

Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo de arroz para su normal desarrollo, tales como:

#### 3.8.1. Preparación del terreno

Se utilizó suelo utilizado para el cultivo de arroz, el cual se trajo del sector de CEDEGE, el mismo se colocó en las cajas donde se sembró los tratamientos.

#### 3.8.2. Siembra

La siembra se la realizó de forma manual utilizando la variedad INIAP 14 con 22 días de edad al trasplante, la distancia de siembra fue de 20 cm entre plantas, se utilizó cajas de madera con medidas de 50 largo x 50 ancho x 20 alto.

#### 3.8.3. Fertilización

Se utilizó el programa de fertilización en base al requerimiento nutricional del material de siembra INIAP 14: 140 kg N (Nitrógeno); 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Fosforo); 60 kg K<sub>2</sub>O (Potasio). El cual se fraccionó en tres aplicaciones, siendo aplicados el fósforo

100% más 50% del potasio a la siembra; transcurrido 20 días se aplicó el 50% restante del potasio y 50% del nitrógeno; finalmente a los 40 días se aplicó el 50% de nitrógeno faltante. Las fuentes utilizadas fueron Urea, DAP, MOP.

#### **3.8.4. Control de malezas**

El control de malezas se realizó de forma manual, para que estas no causen competencia con el cultivo.

#### **3.8.5. Control fitosanitario**

Para el control preventivo de insectos como *Hydrellia sp.* Se utilizó Engeo (*Thiametoxam + Lambdacyhalotrina*) en dosis de 200 cm<sup>3</sup>/ha a los 20 días después de la siembra. Posteriormente para el control de langosta (*Spodoptera frugiperda*) se aplicó Clorpirifos en dosis de 750 cm<sup>3</sup>/ha a los 40 días después de la siembra.

Además, para el control preventivo de enfermedades se utilizó Nativo (*Trifloxistrobin + Tebuconazole*) en dosis de 600 cm<sup>3</sup>/ha a los 51 días después de la siembra.

#### **3.8.6. Cosecha**

La cosecha se realizó en forma manual, conforme se presente la madurez fisiológica de las plantas en los diferentes tratamientos.

### **3.9. Datos evaluados**

Para estimar los efectos de los tratamientos, se tomaron los siguientes datos dentro del área experimental:

#### **3.9.1. Altura de planta**

Se tomó a la cosecha, es la distancia desde el nivel del suelo al ápice de la espiga más sobresaliente, por cada unidad experimental, se expresó en cm.

### **3.9.2. Número de macollos**

A la cosecha, dentro del área útil de cada unidad experimental, se contabilizó el número de macollos.

### **3.9.3. Número de panículas**

Se evaluaron los macollos al momento de la cosecha, se procedió a contar el número de panículas en cada unidad experimental. Es de mencionar que no se obtuvieron panículas en los tratamientos con déficit hídrico.

### **3.9.4 Longitud de las panículas**

se evaluó el número de panícula se midió la longitud desde la base al ápice de la panícula, excluyendo las aristas, luego se obtuvo su promedio en cm.

### **3.9.5. Longitud y ancho de la hoja bandera.**

Para esta variable de la longitud y ancho de la hoja bandera se determinó utilizando una cinta métrica al momento de la floración expresado en cm.

### **3.9.6. Vigor**

El vigor de las plantas se determinó a los 30 días después del trasplante del cultivo, para lo cual se clasificó de acuerdo a la escala del sistema de evaluación estándar para arroz del CIAT (Jennings, Coffman, & Kauffman, 1981).

Aplicación de la escala.

- 1 = Plantas muy vigorosas.
- 3 = Plantas vigorosas.
- 5 = Plantas intermedias o normales
- 7 = Plantas menos vigorosas que lo normal.
- 9 = Plantas muy débiles y pequeñas.

### **3.9.7 Longitud de la raíz (cm)**

Se tomaron al momento que la planta estuvo lista para la cosecha, midiendo desde el cuello hasta la punta de la raíz y fue expresado en centímetro.

### **3.9.8. Biomasa fresca de la raíz (g)**

Se determinó el peso total del área radicular húmeda al momento de la cosecha.

### **3.9.9. Biomasa seca de la raíz (g)**

Se recolectaron las muestras del sistema radicular el cual fue colocado por 48 h en estufa con circulación forzada de aire a 68 °C y se determinó el peso seco y la producción de materia seca.

### **3.9.10. Biomasa fresca de la parte aérea (g)**

Se determinó el peso total de la parte aérea húmeda al momento de la cosecha.

### **3.9.11. Biomasa seca de la parte aérea (g)**

Se recolecto las muestras de la parte aérea la cual fue colocada por 48 h en estufa con circulación forzada de aire a 68 °C y se determinó el peso seco y la producción de materia seca.

### **3.9.12. Días de la floración**

Es el tiempo comprendido desde la siembra hasta que más del 50 % de las plantas presentaron panículas completamente fuera de la hoja envainadora.

### **3.9.13. Granos por panículas**

Se tomaron tres panículas al azar por unidad experimental y se contabilizaron los granos.

### **3.9.14 Esterilidad de panícula (%)**

Se contabilizaron el número de granos fértiles (llenos) y estériles (vanos) en tres panículas de cada uno de los individuos para determinar el porcentaje de granos estériles.

### **3.9.15. Peso de 1000 granos**

Se tomaron 1000 granos, libres de daños de insectos y enfermedades por cada parcela experimental, luego se procedió a pesar en una balanza de precisión cuyos pesos se expresaron en gramos.

### **3.9.16. Rendimiento de grano**

Estuvo determinado por el peso de los granos provenientes del área útil de cada parcela experimental. El peso se ajustó al 14 % de humedad y se transformó a kilogramos por hectárea. Para uniformizar los pesos se emplearon la fórmula de la siguiente ecuación.

$$Pu = \frac{Pa (100-ha)}{(100-hd)} \quad \text{EC (1)}$$

Dónde:

Pu= peso uniformizada

Pa= peso actual

Ha= humedad actual

Hd=humedad deseada

### **3.9.17. Análisis económico**

El análisis económico del rendimiento de grano se realizó en función al costo de producción de cada tratamiento.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Altura de planta

La variable altura de planta muestra sus promedios en la Tabla 2. El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 11,90 %.

El tratamiento T5 obtuvo mayor altura de planta con 78,50 cm, estadísticamente igual al tratamiento T1 (59,58 cm) y tratamiento T3 (59,42 cm), siendo el menor valor para el tratamiento T4 con 51,92 cm.

### 4.2. Número de macollos/planta

En lo que respecta la variable número de macollos/plta. El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 9,48 % (Tabla 2).

El tratamiento 5 testigo, presentó mayor número de macollos/plta. con 38,08; estadísticamente superior al resto de tratamientos donde se aplicaron micorrizas, donde el tratamiento 4 obtuvo el menor valor con 15,75 macollos/plta.

**Tabla 2. Altura de planta y número de macollos en el efecto de la utilización de las micorrizas arbusculares como mejora de la tolerancia a la sequía en plantas de arroz.**

Tratamientos			Altura de planta (cm)	Número de macollos/plta.
Nº	Producto	Dosis/ha		
T1	Micorrizas	0,5 l	59,58 ab	19,67 b
T2	Micorrizas	1,0 l	52,00 b	18,33 b
T3	Micorrizas	10 kg	59,42 ab	16,67 b
T4	Micorrizas	20 kg	51,92 b	15,75 b
T5 (Testigo)	Sin aplicación de producto	-----	78,50 a	38,08 a
Promedio general			60,28	21,70
Significancia estadística			**	*
Coeficiente de variación (%)			11,90	9,48
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo				

#### 4.1. Número de panículas/planta

El análisis de varianza reflejó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 14,22 %, según registro en la Tabla 3.

La variedad de arroz INIAP 14 mostró mayor número de panículas/plta. Cuando se utilizó el tratamiento 5 sin aplicación con 28,37 panículas, estadísticamente superior a los tratamientos en donde se emplearon micorrizas, donde el menor valor se observó en el tratamiento 2 con 2,42 panículas/plta.

#### 4.2. Longitud y ancho de la hoja bandera (cm)

En la Tabla 3 se registran los promedios de la longitud y ancho de la hoja bandera; el análisis de varianza reportó que no hubo significancia para la longitud mientras que para ancho si se alcanzó significancia, el coeficiente de variación fue 7,11 y 7,88 % respectivamente.

El tratamiento 5 sin aplicación presentó mayor longitud de hoja con 38 cm; y el menor valor lo alcanzó el tratamiento 4 con 32,67 cm. Así mismo el ancho de la hoja obtuvo como mejor comportamiento al tratamiento 5 con 1,23 cm, estadísticamente superior a los demás tratamientos donde el menor valor lo obtuvo el T2 con 0,74 cm.

**Tabla 3. Número de panículas y longitud de la hoja bandera en el cultivo de arroz.**

Tratamientos			Número de panículas/plta	Longitud de la hoja (cm)	Ancho de la hoja (cm)
Nº	Producto	Dosis/ha			
T1	Micorrizas	0,5 l	3,17 b	34,5 a	0,77 b
T2	Micorrizas	1,0 l	2,42 b	34 a	0,74 b
T3	Micorrizas	10 kg	4,17 b	34,58 a	0,75 b
T4	Micorrizas	20 kg	3,50 b	32,67 a	0,84 b
T5 (Testigo)	Sin aplicación de producto	-----	28,37 a	38 a	1,23 a
Promedio general			8,326	34,75	0,87
Significancia estadística			*	NS	*
Coeficiente de variación (%)			14,22	7,11	7,88
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo					

### 4.3. Vigor

En la variable vigor el análisis de varianza detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 16,28%. (Tabla 4)

El tratamiento 2 en dosis de 1 litro/ha obtuvo el mayor vigor de planta con 8,33, estadísticamente igual a los demás tratamientos donde se aplicaron micorrizas y superiores al testigo que obtuvo el menor valor con 1,00.

### 4.4. Longitud de panículas

En la Tabla 4 se observan los resultados de la variable longitud de panículas, el análisis de varianza detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 24,25 %.

El tratamiento 5 sin aplicación de micorrizas reportó 26,42 cm de longitud de panícula, estadísticamente superior al resto de tratamientos donde se aplicaron las micorrizas, donde el menor valor lo mostró el tratamiento 2 con 6,58 cm.

**Tabla 4. Vigor y longitud de panículas en el cultivo de arroz.**

Tratamientos			Vigor	Longitud de panículas
Nº	Producto	Dosis/ha		
T1	Micorrizas	0,5 l	7,00 a	7,92 b
T2	Micorrizas	1,0 l	8,33 a	6,58 b
T3	Micorrizas	10 kg	5,67 a	12,3 b
T4	Micorrizas	20 kg	7,67 a	11,5 b
T5 (Testigo)	Sin aplicación de producto	-----	1,00 b	26,42 a
Promedio general			5,934	13,05
Significancia estadística			*	*
Coeficiente de variación (%)			16,28	24,25
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo				



#### 4.5. Longitud de la raíz (cm)

En la variable longitud de la raíz el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 5,73 %.

El tratamiento 5 sin aplicación obtuvo mayor longitud de raíz con 31,67 cm, estadísticamente superior a todos los tratamientos en donde se aplicó micorrizas, donde el tratamiento T1 en dosis de 500 cm<sup>3</sup>/ha presentó el menor valor 24,33 cm. (Tabla 5)

#### 4.6. Biomasa fresca de la raíz (g)

En la Tabla 5 se observan los resultados de la biomasa fresca de la raíz, el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 19,61 %.

El tratamiento 5 sin aplicación de micorrizas reportó 33,93 gramos de peso, estadísticamente superior al resto de tratamientos, donde el tratamiento que presentó el resultado más bajo fue el T2, en dosis de 1000 cm<sup>3</sup>/ha, con 16,21 g.

**Tabla 5. Longitud de la raíz y biomasa fresca de la raíz en el cultivo de arroz.**

Tratamientos			Longitud de la raíz (cm)	Biomasa fresca de la raíz (g)
Nº	Producto	Dosis/ha		
T1	Micorrizas	0,5 l	24,33 b	21,57 b
T2	Micorrizas	1,0 l	25,17 b	16,21 b
T3	Micorrizas	10 kg	25,67 b	20,83 b
T4	Micorrizas	20 kg	25 b	17,07 b
T5 (Testigo)	Si aplicación de producto	-----	31,67 a	33,93 a
Promedio general			26,368	21,922
Significancia estadística			**	**
Coeficiente de variación (%)			5,73	19,61
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo				

#### 4.7. Biomasa seca de la raíz (g)

En la variable biomasa seca de la raíz el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 20,33 %.

En el tratamiento 5 sin aplicación obtuvo mayor biomasa seca con 11,09 gramos, estadísticamente igual al T1 y T3, y superiores a los demás tratamientos, donde el valor más bajo lo obtuvo el tratamiento 4 en dosis de 20 kg/ha, con 4,85 gramos. (Tabla 6)

#### 4.8. Biomasa fresca de la parte aérea (g)

En la variable biomasa seca de la parte aérea el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 18,61 %.

En el tratamiento 5 sin aplicación de micorrizas obtuvo la mayor biomasa aérea con 107,11 gramos, estadísticamente superior a los demás tratamientos donde se utilizó micorrizas, donde el tratamiento T2 en dosis de 1000 cm<sup>3</sup>/ha, presentó el menor valor con 30,74 gramos. (Tabla 6)

**Tabla 6. Biomasa seca de la raíz y biomasa fresca de la parte aérea en el cultivo de arroz.**

Nº	Tratamientos		Biomasa seca de la raíz (g)	Biomasa fresca de la parte aérea (g)
	Producto	Dosis/ha		
T1	Micorrizas	0,5 l	7,84 ab	48,34 b
T2	Micorrizas	1,0 l	6,45 b	30,74 b
T3	Micorrizas	10 kg	8,16 ab	42,69 b
T4	Micorrizas	20 kg	4,85 b	35,79 b
T5 (Testigo)	Si aplicación de producto	-----	11,09 a	107,11 a
Promedio general			7,678	52,934
Significancia estadística			**	**
Coeficiente de variación (%)			20,33	18,61
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo				

#### 4.9. Biomasa seca de la parte aérea (g)

En la variable biomasa seca de la parte aérea el análisis de varianza detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 17,56 %.

En el tratamiento 5, sin aplicación de micorrizas se obtuvo mayor peso con 28,58 gramos, estadísticamente superior a todos los tratamientos que se aplicaron micorrizas, siendo el tratamiento T2 en dosis de 1000 cm<sup>3</sup> l/ha, el que presentó el menor valor 11,09 gramos. (Tabla 7)

#### 4.10. Días a floración

En la Tabla 7 se registran los promedios de días a floración; el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 10,1 %.

El tratamiento 5 (testigo) floreció en mayor tiempo con 62 días, estadísticamente superior a los demás tratamientos, donde el tratamiento 1 con dosis de 500 cm<sup>3</sup>/ha, fue el más precoz en florecer con 57,67 días.

**Tabla 7. Biomasa seca de la parte aérea y días a floración por panícula en el cultivo de arroz.**

Tratamientos			Biomasa seca de la parte aérea (g)	Días a floración
Nº	Producto	Dosis/ha		
T1	Micorrizas	0,5 l	23,6 b	57,67 c
T2	Micorrizas	1,0 l	11,09 b	59,33 bc
T3	Micorrizas	10 kg	22,75 b	59,33 bc
T4	Micorrizas	20 kg	17,5 b	60 b
T5 (Testigo)	Si aplicación de producto	-----	28,58 a	62 a
Promedio general			24,212	59,666
Significancia estadística			*	**
Coeficiente de variación (%)			17,56	10,1
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo				

#### 4.11. Granos por panículas

En la variable granos por panículas el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 23,09 %.

El tratamiento 5, sin aplicación de micorrizas fue el único tratamiento con semillas (133,47), estadísticamente superior a los tratamientos donde se utilizó micorrizas, en los que se presentó un valor de 0. (Tabla 8)

#### 4.12. Esterilidad de panícula (%)

En la variable rendimientos por panículas el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 1,55 %.

Los tratamientos en los que se utilizó micorrizas presentaron un valor de 100 % de esterilidad, estadísticamente superiores al tratamiento 5, sin aplicación de micorrizas, que obtuvo el menor porcentaje de esterilidad con 15,83 % (Tabla 8)

**Tabla 8. Granos por panículas y esterilidad de panícula en el cultivo de arroz. FACIAG, 2018.**

Nº	Tratamientos		Granos por panículas	Esterilidad de panícula (%)
	Producto	Dosis/ha		
T1	Micorrizas	0,5 l	0 b	100 a
T2	Micorrizas	1,0 l	0 b	100 a
T3	Micorrizas	10 kg	0 b	100 a
T4	Micorrizas	20 kg	0 b	100 a
T5 (Testigo)	Si aplicación de producto	-----	13347 a	15,83 b
Promedio general			26,694	83,166
Significancia estadística			**	**
Coeficiente de variación (%)			23,09	1,55
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo				

#### 4.13. Peso de 1000 granos (g)

El peso de 1000 granos presenta sus resultados en la Tabla 9. El análisis de varianza mostró diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 11,57 %.

El tratamiento 5 sin aplicación de micorrizas superó los promedios con 28,6 g, estadísticamente superior a todos los tratamientos que utilizaron micorrizas, con un valor de 0 g. (Tabla 9)

#### 4.14. Rendimiento (kg/ha)

En la variable rendimientos el análisis de varianza detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 8,53 %. (Tabla 9)

En el tratamiento 5 sin aplicación obtuvo mayor peso con 2918,83 kg/ha, estadísticamente superior a todos los demás tratamientos, que presentaron un valor de 0 bajo condiciones de estrés hídrico.

**Tabla 9. Peso de 1000 granos y rendimiento (g) en el cultivo de arroz.**

Tratamientos			Peso de 1000 granos	Rendimiento (kg)
Nº	Producto	Dosis/ha		
T1	Micorrizas	0,5 l	0 b	0 b
T2	Micorrizas	1,0 l	0 b	0 b
T3	Micorrizas	10 kg	0 b	0 b
T4	Micorrizas	20 kg	0 b	0 b
T5 (Testigo)	Si aplicación de producto	-----	28,6 a	2918,83 a
Promedio general			5,72	583,766
Significancia estadística			*	*
Coeficiente de variación (%)			11,57	8,53
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. ns= no significativo *= significativo **= altamente significativo				

#### 4.15. Análisis económico

En la Tabla 10 se observan el análisis económico. El costo fijo generado para producir una hectárea de arroz es de \$ 850,00 dando como mayor beneficio neto cuando no se utilizó ningún tratamiento con \$ 65,06

**Tabla 10. Análisis económico/ha en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.**

Tratamientos			Rend. kg/ha	sacas/ha	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)				Beneficio neto (USD)	
N°	Producto	Dosis/ha				Fijos	Variables				Total
			Productos	Jornales para tratamientos	Cosecha + Transporte						
T1	Micorrizas	0,5 l	0	0	\$ -	\$ 850,00	\$ 9,00	\$ 24,00	\$ -	\$ 883,00	\$ (-883,00)
T2	Micorrizas	1,0 l	0	0	\$ -	\$ 850,00	\$ 18,00	\$ 24,00	\$ -	\$ 892,00	\$ (-892,00)
T3	Micorrizas	10 kg	0	0	\$ -	\$ 850,00	\$ 80,00	\$ 24,00	\$ -	\$ 954,00	\$ (-954,00)
T4	Micorrizas	20 kg	0	0	\$ -	\$ 850,00	\$ 160,00	\$ 24,00	\$ -	\$ 1,034,00	\$ (-1,034,00)
T5	Testigo	0	2918,83	32,10713	\$ 1,027.43	\$ 850,00			\$ 112,37	\$ 962,37	\$ 65,06
MICOR 9 = \$ 18,00 (Lt)					Jornal = \$ 12,00						
GLUMIX = \$ 8,0 (Kg)					Costo Saca de 200 lb= \$ 32						
					Cosecha + transporte = \$ 3,50						

## V. CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos en el trabajo experimental, se puede concluir lo siguiente:

- En cuanto a las características agronómicas se pudo evidenciar que con la aplicación de micorrizas en suelos bajo condiciones adversas de humedad solo obtuvo efecto positivo en las siguientes variables: vigor, días a la floración, que sobresalieron cuando se aplicó micorrizas en dosis de 1 l/ha.
- La aplicación de micorrizas en suelos con problemas de estrés hídrico no obtuvo efectos positivos sobre el comportamiento agronómico y de rendimiento del cultivo de arroz, utilizando el material de siembra variedad INIAP 14.
- El rendimiento y análisis económico alcanzó mayores promedios sin la utilización de micorrizas con suelos con problemas de humedad, con beneficio neto de \$ 65,06, lo que indica que para evidenciar el potencial de un producto o fertilizante se debe disponer de las condiciones necesarias requeridas para el buen desenvolvimiento de un producto aplicado al suelo.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Por lo expuesto se recomienda:

- Efectuar investigaciones sobre el uso de enmiendas y fertilizantes bajo condiciones limitantes de humedad en los suelos para mejorar y optimizar el uso de los fertilizantes aplicados.
- Realizar este tipo de investigaciones sobre materiales de siembras tolerantes a sequía.
- Realizar el mismo trabajo bajo condiciones de campo abierto y comparar resultados.



## VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en los predios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad técnica de Babahoyo, ubicada en el km. 7.5 de la vía Babahoyo-Montalvo. Las coordenadas geográficas (UTM) son X:668690 E; Y: 9801098 N. La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura promedio de 24 a 26 °C, humedad relativa 88%, precipitación anual de 1262 mm, una altura de 8 msnm<sup>2</sup> y 990 horas de heliofanía de promedio anual. Como material de siembra se utilizaron semillas de arroz, variedad INIAP 14. Los tratamientos estuvieron constituidos por las diferentes dosis de micorrizas como son: 0,5 y 1,0 l/ha; 10 y 20 kg/ha; más un tratamiento testigo sin aplicación del producto. Se empleó el diseño experimental Completos al Azar con cuatro tratamientos y 3 repeticiones, la prueba de significancia utilizada fue de Tukey al 95 % de probabilidad. Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo de arroz para su normal desarrollo como preparación del terreno, siembra, riego, fertilización, control de malezas, control fitosanitario y cosecha. Para estimar los efectos de los tratamientos, se tomaron los siguientes datos: altura de planta, número de macollos, número de panículas, longitud y ancho de la hoja bandera, vigor, longitud de las panículas, longitud de la raíz, biomasa fresca de la raíz, biomasa seca de la raíz, biomasa fresca de la parte aérea, biomasa seca de la parte aérea, días de la floración, granos por panículas, esterilidad de panícula, peso de 1000 granos, rendimiento de grano, análisis económico. Por los resultados obtenidos se determinó que la aplicación de micorrizas obtuvo efectos positivos sobre el vigor del cultivo de arroz, variedad INIAP 14; por lo que se refleja la importancia de realizar nuevas investigaciones sobre el uso micorrizas en la agricultura.

Palabras claves: micorrizas, rendimiento, cultivo, arroz.

## VIII. SUMMARY

The present research work was carried out in the premises of the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo, located at km. 7.5 of the Babahoyo-Montalvo road. The geographic coordinates (UTM) are X:668690 E; Y: 9801098 N. The zone presents a humid tropical climate, with an average temperature of 24 to 26 ° C, relative humidity 88%, annual precipitation of 1262 mm, a height of 8 msnm<sup>2</sup> and 990 hours of annual average heliophany. Seeds of rice, variety INIAP 14 were used as seed material. The treatments consisted of different doses of mycorrhizae, such as: 0.5 and 1.0 l / ha; 10 and 20 kg / ha; plus a control treatment without application of the product. The experimental design Randomized with four treatments and 3 repetitions was used, the test of significance used was Tukey at 95% probability. All the necessary agricultural work in rice cultivation was carried out for its normal development as land preparation, sowing, irrigation, fertilization, weed control, phytosanitary control and harvest. To estimate the effects of the treatments, the following data were taken: plant height, number of tillers, number of panicles, length and width of the flag leaf, vigor, length of the panicles, length of the root, fresh biomass of the root, dry biomass of the root, fresh biomass of the aerial part, dry biomass of the aerial part, days of flowering, grains by panicles, sterility of panicle, weight of 1000 grains, yield of grain, economic analysis. Based on the results obtained, it was determined that the application of mycorrhizae had positive effects on the vigor of the rice crop, variety INIAP 14; Therefore, the importance of carrying out new research on the use of mycorrhizas in agriculture is reflected.

Key words: mycorrhizae, rice, crop, yield.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. 2002. Fitopatología. Academic Press Inc. Mexico, D.F. pp 838.
- Barea, J. M., Azcón, R., Azcón-Aguilar, C. 2002. Mycorrhizosphere interactions to improve plant fitness and soil quality. *Antonie van Leeuwenhoek* 81: 343-351.
- Bernaza, G. y. Acosta, M (2006) Las Micorrizas: Alternativa Ecológica para una Agricultura Sostenible. [Fecha de consulta 02-03-2009]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos72/micorrizas-alternativa-ecologica-agricultura-sostenible/micorrizas-alternativa-ecologica-agricultura-sostenible2.shtml#ixzz4XDQWfXwp>.
- Chacón, P. & Postigo, J. (2013). Cambio Climático: Riesgo o Comunidad en la Crisis Ambiental. En Postigo, J (Ed.), *Cambio Climático y Políticas Públicas* (125-146). Santiago de Chile: CLACSO: INTE-PUCP: ICAL. Recuperado de <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/clacso/gt/20130301012118/CambioClimaticoMovimientosSociales.pdf>.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO). 2005. Morfología de la planta de arroz (en línea) Cali. Consultado 20 ago. 2015. Disponible en <http://www.ciat.cgiar.org/riceweb/esp/inicio.htm>.
- DICTA (dirección de ciencia y tecnología agropecuaria). 2003. Manual técnico para el cultivo de arroz. Comayagua Honduras. pp 12.
- FAO, (Organización mundial de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación). 2003. Guía para las observaciones en el campo. Página Web <http://www.agricultura.gov.do/perfiles/arroz>. Revisado el 14 de septiembre de 2015. Butzer, K. (2012). Collapse, Environment, and Society. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America – PNAS*, 109(10), 3632 – 3639.
- Fenecsa, (2017) MICOR 9, ficha técnica, consultado el 11 de noviembre del 2018,

disponible en: <http://www.fenecsa.com.ec/wp-content/uploads/pdf/MICOR%209.pdf>.

INTA, (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria) 2009. Guía tecnológica. Cultivo de arroz, para la producción de arroz. Managua-Nicaragua.pp 28.

INIAP. (2018), Material de siembra arroz INIAP 14. Consultado en: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/arroz/iniap14.pdf>.

Kundzewicz, Z. & Mata, L. (2007). Freshwater Resources and Their Management. En IPCC, Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report.

MDRyT (ministerio de desarrollo rural y tierras).2011. Cultivo de arroz. Recomendaciones técnicas básicas para su producción. La Paz Bolivia. 20p.

Medina, k. (2008) Efecto de la fertilización mineral y orgánica sobre la incidencia y severidad de malezas en el cultivo de arroz. Guayaquil, ecuador: escuela politécnica del litoral. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/11939/3/tesis.pdf>

OLMOS, S. 2006. Apunte de morfología, fenología, eco fisiología, y mejoramiento genético del arroz, Cátedra de cultivos II, Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE. Corrientes - 2006 – Argentina. 9-11p.

United Nations Development Programme – UNDP. (2004). Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures. Cambridge: Cambridge University Press.

World Meteorological Organization – WMO & United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization – UNESCO. (2012). International Glossary of Hydrology. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002218/221862M.pdf>.

Téllez Ángela; Abalos Diego; Sanz-Alberto; Sánchez Laura; Martin; García Sonia

(2012) El papel de las micorrizas en la agricultura pdf. Departamento de Química y Análisis Agrícola, ETSI Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid disponible en: [http://oa.upm.es/22493/1/INVE\\_MEM\\_2012\\_152491.pdf](http://oa.upm.es/22493/1/INVE_MEM_2012_152491.pdf)

UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas para el Comercio y Desarrollo). 2000b. Información de Mercado sobre productos básicos; Mercado del Arroz (en línea). EE.UU. Visitado el 12 enero 2019. Disponible en: <http://www.unctad.org>.

INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria). 2005. Cultivos de consumo nacional. Arroz (en línea). Lima, Perú. Consultado el 05 – Dic – 2018. Disponible en [http// www.inia.gob.pe](http://www.inia.gob.pe)

Briceño, I., Álvarez, L. 2010. Evaluación de un sistema de preparación del suelo y siembra en el cultivo de arroz (*Oriza sativa* L). Rev. Unell. Cien. Tec., 28: 16-2

## X.APÉNDICE

### 10.1. Tabla estadística

**Tabla 11. Análisis de varianza para altura de planta, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.**

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1430,87	6	238,48	4,63	0,0253
REP	15,76	2	7,88	0,15	0,8605
TRAT	1415,11	4	353,78	6,87	0,0106
Error	411,74	8	51,47		
Total	1842,61	14			
<b>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=20.23664</b>					
<b>Error: 51.4677 gl: 8</b>					
TRAT	Medias	n	E.E.		
1	59,58	3	4,14	A	B
2	52	3	4,14		B
3	59,42	3	4,14	A	B
4	51,92	3	4,14		B
5	78,5	3	4,14	A	

**Tabla 12. Análisis de varianza para número de macollos, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.**

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1035,16	6	172,53	40,75	<0,0001
REP	1,3	2	0,65	0,15	0,8601
TRAT	1033,86	4	258,46	61,05	<0,0001
Error	33,87	8	4,23		
Total	1069,03	14			
<b>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.80380</b>					
<b>Error: 4.2333 gl: 8</b>					
TRAT	Medias	n	E.E.		
1	19,67	3	1,19		B
2	18,33	3	1,19		B
3	16,67	3	1,19		B
4	15,75	3	1,19		B
5	38,08	3	1,19	A	

**Tabla 13. Análisis de varianza para número de panículas, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.**

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1512,8	6	252,13	180,01	<0,0001
REP	1,53	2	0,76	0,54	0,6
TRAT	1511,27	4	377,82	269,74	<0,0001
Error	11,21	8	1,4		
Total	1524	14			
<b>Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.33840</b>					
<b>Error: 1.4007 gl: 8</b>					
TRAT	Medias	n	E.E.		
1	3,17	3	0,68		B
2	2,42	3	0,68		B
3	4,17	3	0,68		B
4	3,5	3	0,68		B
5	28,37	3	0,68	A	



**Tabla 14. Análisis de varianza para longitud y ancho de la hoja bandera, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.**

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	102,57	6	17,09	2,8	0,0897
REP	55,9	2	27,95	4,58	0,0472
TRAT	46,67	4	11,67	1,91	0,2018
Error	48,81	8	6,1		
Total	151,38	14			
<b>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=6.96744</b>					
<b>Error: 6.1010 gl: 8</b>					
TRAT	Medias	n	E.E.		
1	34,5	3	1,43	A	
2	34	3	1,43	A	
3	34,58	3	1,43	A	
4	32,67	3	1,43	A	
5	38	3	1,43	A	

**Tabla 15. Análisis de varianza para vigor, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.**

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	103,47	6	17,24	18,48	0,0003
REP	0,53	2	0,27	0,29	0,7588
TRAT	102,93	4	25,73	27,57	0,0001
Error	7,47	8	0,93		
Total	110,93	14			
<b>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.72514</b>					
<b>Error: 0.9333 gl: 8</b>					
TRAT	Medias	n	E.E.		
1	7,00	3	0,56	A	
2	8,33	3	0,56	A	
3	5,67	3	0,56	A	
4	7,67	3	0,56	A	
5	1,00	3	0,56		B

**Tabla 16. Análisis de varianza para longitud de las panículas, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.**

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	765,13	6	127,52	12,73	0,001
REP	17,28	2	8,64	0,86	0,458
TRAT	747,86	4	186,96	18,66	0,0004
Error	80,14	8	10,02		
Total	845,28	14			
<b>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=8.92802</b>					
<b>Error: 10.0177 gl: 8</b>					
TRAT	Medias	n	E.E.		
1	7,92	3	1,83		B
2	6,58	3	1,83		B
3	12,83	3	1,83		B
4	11,5	3	1,83		B
5	26,42	3	1,83	A	

**Tabla 17. Análisis de varianza para longitud de la raíz, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.**

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	115,33	6	19,22	8,41	0,0042
REP	7,26	2	3,63	1,59	0,2626
TRAT	108,07	4	27,02	11,82	0,0019
Error	18,28	8	2,29		
Total	133,61	14			
<b>Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=4.26436</b>					
<b>Error: 2.2854 gl: 8</b>					
TRAT	Medias	n	E.E.		
1	24,33	3	0,87		B
2	25,17	3	0,87		B
3	25,67	3	0,87		B
4	25	3	0,87		B
5	31,67	3	0,87	A	

**Tabla 18. Análisis de varianza para biomasa fresca de la raíz, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.**

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	625,82	6	104,3	5,65	0,0144
REP	20,95	2	10,48	0,57	0,5885
TRAT	604,87	4	151,22	8,18	0,0063
Error	147,81	8	18,48		
Total	773,63	14			
<b>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=12.12505</b>					
<b>Error: 18.4767 gl: 8</b>					
TRAT	Medias	n	E.E.		
1	21,57	3	2,48		B
2	16,21	3	2,48		B
3	20,83	3	2,48		B
4	17,07	3	2,48		B
5	33,93	3	2,48	A	

**Tabla 19. Análisis de varianza para biomasa seca de la raíz, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.**

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	67,89	6	11,32	4,64	0,0252
REP	3,57	2	1,79	0,73	0,5105
TRAT	64,32	4	16,08	6,6	0,0119
Error	19,51	8	2,44		
Total	87,4	14			
<b>Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=4.40457</b>					
<b>Error: 2.4382 gl: 8</b>					
TRAT	Medias	n	E.E.		
1	7,84	3	0,9	A	B
2	6,45	3	0,9		B
3	8,16	3	0,9	A	B
4	4,85	3	0,9		B
5	11,09	3	0,9	A	

**Tabla 20. Análisis de varianza para biomasa fresca de la parte aérea, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.**

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11743,56	6	1957,26	20,18	0,0002
REP	201,23	2	100,62	1,04	0,3976
TRAT	11542,32	4	2885,58	29,75	0,0001
Error	776,05	8	97,01		
Total	12519,61	14			
<b>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=27.78252</b>					
<b>Error: 97.0066 gl: 8</b>					
TRAT	Medias	n	E.E.		
1	48,34	3	5,69		B
2	30,74	3	5,69		B
3	42,69	3	5,69		B
4	35,79	3	5,69		B
5	107,11	3	5,69	A	

**Tabla 21. Análisis de varianza para biomasa seca de la parte aérea y su efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.**

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	583,75	6	97,29	11,54	0,0015
REP	1,5	2	0,75	0,09	0,9159
TRAT	582,25	4	145,56	17,26	0,0005
Error	67,47	8	8,43		
Total	651,21	14			
<b>Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=8.19175</b>					
<b>Error: 8.4336 gl: 8</b>					
TRAT	Medias	n	E.E.		
1	15,75	3	1,68		B
2	11,09	3	1,68		B
3	14,59	3	1,68		B
4	12,66	3	1,68		B
5	28,58	3	1,68	A	



**Tabla 22. Análisis de varianza para días de la floración, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.**

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b>						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	29,87	6	4,98	11,49	0,0015	
REP	0,53	2	0,27	0,62	0,5642	
TRAT	29,33	4	7,33	16,92	0,0006	
Error	3,47	8	0,43			
Total	33,33	14				
<b>Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.85687</b>						
<b>Error: 0.4333 gl: 8</b>						
TRAT	Medias	n	E.E.			
1	57,67	3	0,38			C
2	59,33	3	0,38		B	C
3	59,33	3	0,38		B	C
4	60	3	0,38		B	
5	62	3	0,38	A		

**Tabla 23. Análisis de varianza para granos por panículas, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.**

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	42827,99	6	7138	187,98	<0,0001
REP	75,95	2	37,97	1	0,4096
TRAT	42752,04	4	10688,01	281,47	<0,0001
Error	303,78	8	37,97		
Total	43131,77	14			
<b>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=17.38227</b>					
<b>Error: 37.9727 gl: 8</b>					
TRAT	Medias	n	E.E.		
1	0	3	3,56		B
2	0	3	3,56		B
3	0	3	3,56		B
4	0	3	3,56		B
5	133,47	3	3,56	A	

**Tabla 24. Análisis de varianza para esterilidad de panícula, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.**

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	17002,08	6	2833,68	13579,94	<0,0001
REP	0,42	2	0,21	1	0,4096
TRAT	17001,67	4	4250,42	20369,41	<0,0001
Error	1,67	8	0,21		
Total	17003,75	14			
<b>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.28854</b>					
<b>Error: 0.2087 gl: 8</b>					
TRAT	Medias	n	E.E.		
1	100	3	0,26	A	
2	100	3	0,26	A	
3	100	3	0,26	A	
4	100	3	0,26	A	
5	15,83	3	0,26		B

**Tabla 25. Análisis de varianza para peso de 1000 granos, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.**

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1963,98	6	327,33	747,33	<0,0001
REP	0,88	2	0,44	1	0,4096
TRAT	1963,1	4	490,78	1120,49	<0,0001
Error	3,5	8	0,44		
Total	1967,48	14			
<b>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.86684</b>					
<b>Error: 0.4380 gl: 8</b>					
TRAT	Medias	n	E.E.		
1	0	3	0,38		B
2	0	3	0,38		B
3	0	3	0,38		B
4	0	3	0,38		B
5	28,6	3	0,38	A	

**Tabla 26. Análisis de varianza para rendimiento de grano, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.**

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	20451968,08	6	3408661,35	1375,34	<0,0001
REP	4956,82	2	2478,41	1	0,4096
TRAT	20447011,27	4	5111752,82	2062,51	<0,0001
Error	19827,27	8	2478,41		
Total	20471795,35	14			
<b>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=140.42921</b>					
<b>Error: 2478.4087 gl: 8</b>					
TRAT	Medias	n	E.E.		
1	0	3	28,74		B
2	0	3	28,74		B
3	0	3	28,74		B
4	0	3	28,74		B
5	2918,83	3	28,74	A	

## LABORES REALIZADAS



**Figura 1. Obtención de las cajas con medidas de 50x50x20 cm**



**Figura 2. Incorporación de la tierra para realizar la respectiva siembra.**



**Figura 3. La siembra se la realizo de forma manual con una distancia de 20x20 entre plantas con la variedad iniap 14**



**Figura 4. Finalización de la siembra**



**Figura 5. La fertilización fue aplicada via foliar y edáfica con la ayuda de rosiadores**



**Figura 6. El peso se obtuvo con la ayuda de una gramera digital.**





**Figura 7. Visita e interacción del tutor encargado de mi trabajo experiencial, junto con el director de titulación**



**Figura 8.** Se ejecuto la toma de datos con la ayuda de varios implementos con los cuales se pudieron obtener los resultados requeridos.



**Figura 9. La biomasa humeda se obtuvo mediante el corte de la raíz y el tallo, para obtener el peso de manera individual.**



**Figura 10. La biomasa seca se la obtuvo mediante una estufa con circulación forzada de aire a una temperatura 68 °C, posteriormente se realizó el peso tanto de la raíz como la del tallo mediante una gramera para generar los resultados requeridos.**



**Figura 11. La ultima actividad realizada fue la toma de la longitud y ancho del grano con la ayuda de un escalimetro.**