



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 a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*),
aplicando micorrizas (*Glomus sp*), en suelos con problemas de
salinidad, bajo condiciones de invernadero”.

AUTOR:

Antonio Rafael Olvera Guerrero

TUTOR:

Ing. Agr. Fernando Cobos Mora, 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:

“Comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), aplicando micorrizas (*Glomus* sp), en suelos con problemas de salinidad, bajo condiciones de invernadero.”

TRIBUNAL DE SUSTENTACION

Ing. Agr. Oscar Mora Castro, MBA.

PRESIDENTE

Ing. Agr. Guillermo García Vásquez, MSc.

VOCAL PRINCIPAL

Ing. Agr. David Mayorga Arias, MBA

VOCAL PRINCIPAL

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

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'A.R.O.', written over a horizontal dashed line.

ANTONIO RAFAEL OLVERA GUERRERO

Agradecimiento

Al finalizar esta etapa de estudio muy importante en mi vida, para lograr ser profesional, quiero agradecer infinitamente a Dios, por haberme permitido alcanzar este objetivo tan deseado.

Especialmente con mi amor infinito a mis padres, que, en tiempos difíciles, me dieron fuerzas y estímulos para seguir adelante. A mis abuelos, tíos, primos, y de forma especial a Evelyn Alexandra Vásquez Salvatierra, que junto a mis amigos me han dado su apoyo incondicional y sus augurios en este trayecto de mi vida.

Al Ing. Edwin Hasang, quien me brindo su amistad y confianza, que me sirvieron de estímulo en este trabajo experimental.

A mi tutor de tesis, el Ing. Agr, Fernando Cobos, quien, con paciencia, sabiduría y amabilidad, supo ayudarme en la realización de mi proyecto.

Dedicatoria

Este trabajo esta dedicarlo a quienes, con su amor, sacrificio, comprensión y sobre toda con mucha oración supieron motivarme en lo intelectual y espiritual, siendo el motor que me impulso a culminar mis estudios y obtener mi título profesional.

Con gratitud a mis abuelos: Antonio Olvera, Norma Cervantes, Rafael Guerrero y Gretta Guayalema.

A mis padres: Marco Olvera y Gretta Guerrero.

A mis hermanos: José Daniel, Juan Marcos y Gigi Ester.

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	8
1.1.	Objetivos	2
1.1.1.	General.....	2
1.1.2.	Específicos.....	2
II.	MARCO TEÓRICO.....	3
2.1.	Generalidades del cultivo de arroz.....	3
2.2.	Taxonomía.....	3
2.3.	Importancia del cultivo de arroz.....	4
2.4.	Descripción botánica	4
2.4.1.	Raíces	4
2.4.2.	Tallo	4
2.4.3.	Hojas	5
2.4.4.	Flores.....	5
2.4.5.	Inflorescencia	5
2.4.6.	Grano.....	5
2.5.	Requerimientos nutricionales.....	5
2.6.	Etapas de crecimiento y desarrollo.	6
2.6.1.	Plántula.	6
2.6.2.	Macollamiento.	6
2.6.3.	Formación de Nudos y Entrenudos.....	6
2.6.4.	Etapa reproductiva.	6
2.6.5.	Etapa de llenado y maduración del grano.....	7
2.7.	Problemas y Limitaciones del Cultivo del arroz.....	8
2.8.	La salinidad de los suelos	8
2.9.	Efecto de la salinidad en las plantas cultivadas.	10
2.10.	Que son las Micorrizas.....	11
2.11.	Micorrizas en la agricultura.....	11
2.12.	Ficha técnica Glumix	14
2.13.	Ficha técnica Micor 9	14
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1.	Ubicación y descripción del campo experimental.....	15

3.2. Material genético.....	15
3.3. Métodos.....	15
3.4. Factores estudiados	15
3.5. Tratamientos.....	15
3.6. Diseño experimental.....	16
3.6.1. Análisis de la varianza	16
3.7. Análisis funcional	16
3.8. Manejo del ensayo.....	17
3.8.1. Preparación del terreno	17
3.8.4. Fertilización	17
3.8.5. Control de malezas.....	17
3.8.6. Control fitosanitario.....	17
3.8.7. Cosecha.....	18
3.9. Datos evaluados	18
3.9.1. Altura de planta.....	18
3.9.2. Número de macollos	18
3.9.3. Longitud y ancho de la hoja bandera (cm).....	18
3.9.4. Número de panículas	18
3.9.5. Longitud de las panículas.....	18
3.9.6. Granos por panículas.....	18
3.9.7 Rendimiento de grano por panícula (g)	19
3.9.8 Longitud de la raíz (cm)	19
3.9.9. Peso de 1000 granos.....	19
3.9.10. Diámetro del grano descascarado (mm).....	19
3.9.11. Vigor.....	19
3.9.12. Días de la floración.....	20
3.9.13. Rendimiento de grano.....	20
3.9.14. Análisis de Fitotoxicidad	20
3.9.15. Análisis económico.....	20
IV. RESULTADOS.....	21
4.1. Altura de planta	21
4.2. Número de macollos/planta.....	21
4.3. Área foliar (cm ²)	22
4.4. Número de panículas/planta	22

4.5.	Longitud de panículas	23
4.6.	Granos por panículas	23
4.7.	Rendimiento de grano por panícula (g)	24
4.8.	Longitud de la raíz (cm)	25
4.9.	Peso de 1000 granos	25
4.10.	Diámetro del grano descascarado (mm)	26
4.11.	Vigor	26
4.12.	Días a floración	27
4.13.	Rendimiento	27
4.14.	Fitotoxicidad	28
4.15.	Análisis económico.....	28
V.	CONCLUSIONES.....	30
VI.	RECOMENDACIONES.....	31
VII.	RESUMEN.....	32
VIII.	SUMMARY	33
IX.	BIBLIOGRAFÍA	34
X.	APÉNDICE	38
10.1.	Cuadros estadísticos.....	38

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1.	Tratamientos estudiados en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el comportamiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.	16
Tabla 3.	Altura de planta por efecto de la aplicación de micorrizas en suelos arroceros con problemas de salinidad. FACIAG, 2018.....	21
Tabla 4.	Número de macollos y área foliar por efecto de la aplicación de micorrizas en suelos arroceros con problemas de salinidad. FACIAG, 2018.	22
Tabla 5.	Número de panículas y longitud de panículas por efecto de la aplicación de micorrizas en suelos arroceros con problemas de salinidad. FACIAG, 2018.....	23
Tabla 6.	Granos por panículas y peso de grano por panícula por efecto de la aplicación de micorrizas en suelos arroceros con problemas de salinidad. FACIAG, 2018.....	24
Tabla 7.	Longitud de la raíz y peso de 1000 granos por efecto de la aplicación de micorrizas en suelos arroceros con problemas de salinidad. FACIAG, 2018.....	25
Tabla 8.	Longitud y ancho del grano y vigor por efecto de la aplicación de micorrizas en suelos arroceros con problemas de salinidad. FACIAG, 2018.....	26
Tabla 9.	Días a floración y rendimiento por efecto de la aplicación de micorrizas en suelos arroceros con problemas de salinidad. FACIAG, 2018.	27

I. INTRODUCCIÓN

El arroz es un alimento básico en la dieta de los habitantes en los países en desarrollo, por lo cual se ha convertido en el primer cereal a nivel mundial por su aporte calórico. En el 2015 la producción a nivel mundial, los principales productores de arroz fueron: China con el 30 %, seguido por India con 22 %, Indonesia con el 8 %, Bangladesh con 7 %, Vietnam con el 6 % y Tailandia con el 3 %. El 23 % restante de la producción corresponde a 72 países (Briceño y Álvarez, 2010).

En Ecuador el arroz forma parte de la dieta básica de los habitantes de la costa ecuatoriana (Garcés *et al.*, 2012); de hecho, esto se respalda con los 53,20 kilogramos por habitante de consumo anual respectivamente, que representa un valor superior al de los países vecinos como Colombia y Perú que consumen anualmente 40,0 y 47,4 kg por habitante, respectivamente (Gavilánez *et al.*, 2016). La superficie sembrada en el 2013 fue de 414 096 hectáreas, con una producción de 1515.836 toneladas (SINAGAP, 2015).

Uno de los principales componentes del medio es el suelo, y de los numerosos procesos que ocurren dentro de él, está bien definido y se visualiza el denominado proceso de salinización, en donde las futuras generaciones tendrán que desarrollar una importante tarea, en la conservación, sustentabilidad, manejo de la tierra, protección del medio y en la lucha por combatir la deforestación y la desertificación (Szabolcs, 2005).

Aproximadamente el 15 % de la totalidad de los suelos del mundo se encuentran en procesos de degradación física y química. La acumulación de cantidades excesivas de sales solubles como el sodio intercambiable, conocidos como Solonetz (Ibáñez, 2014), afectan y alteran la productividad de los cultivos.

El desarrollo de cultivos en suelos salinos, no resulta económicamente sostenible, ya que se ven afectados en los procesos fisiológicos de los mismos. En este sentido, pudiera resultar una buena opción la aplicación de micorrizas, para disminuir el estrés causado por la salinidad y el uso de especies de plantas

tolerantes a la sal (Piedra & Gonzales 2013).

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), aplicando micorrizas (*Glomus* sp), en suelos con problemas de salinidad, bajo condiciones de invernadero.

1.1.2. Específicos

- Determinar el tratamiento más eficaz con la aplicación de micorrizas.
- Evaluar el efecto fitotóxico de los tratamientos aplicados sobre el cultivo.
- Analizar económicamente los tratamientos.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades del cultivo de arroz

El arroz es el alimento básico predominante de 17 países de Asia y el Pacífico, nueve países de América del Norte y del Sur y ocho países de África. Este cereal proporciona el 20 por ciento del suministro de energía alimentaria del mundo. Es una rica fuente de energía y una buena fuente de tiamina, riboflavina y niacina, con bajo contenido de grasas.

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 5 000 años antes de nuestra era, en el paraje de Hemu Du, así como en Tailandia hacia 4 500 antes de Cristo, para aparecer luego en Camboya, Vietnam y al sur de la India.

La especie *Oryza sativa* contiene dos subespecies principales: *O. japonica*, pegajosa y de grano corto, denominada también variedad sínica; y *O. indica*, de granos largos y no pegajosos. La subespecie japónica se cultiva en campos secos, en zonas templadas y en zonas montañosas elevadas del Sur de Asia, mientras que la subespecie indica comprende principalmente arroces de tierras bajas y crece mayormente sumergidos, a través de toda el Asia tropical. Se extendieron hacia otros países asiáticos: Corea, Japón, Myanmar, Pakistán, Sri Lanka, Filipinas e Indonesia (UNCTAD, 2000a).

Por otro lado, la especie africana *Oryza glaberrima* se extendió desde su foco original, el delta del Níger, hasta el Senegal entre 1500 y 800 (A.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 fue introducida en el continente africano por las caravanas árabes que procedían de la costa oriental entre el siglo VII y el siglo XI (UNCTAD 2000b).

2.2. Taxonomía

La clasificación taxonómica del arroz según National Center for Biotechnology Information es la siguiente:

Reino: Viridiplantae

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Ehrhartoideae

Tribu: Oryzeae

Género: *Oryza*

Especie: *O. sativa*

2.3. Importancia del cultivo de arroz.

El arroz es el segundo cereal más producido en el mundo con 756,7 millones de toneladas en el 2017; con 2,1 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. Descripción botánica

De acuerdo con Franquet y Borrás (2004) el arroz (*Oryza sativa*, L.) es una planta que posee las siguientes características:

2.4.1. Raíces

Las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas; tiene dos tipos: las seminales, que se originan de la radícula y son de naturaleza temporal y las raíces adventicias o secundarias, son de libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven. Estas últimas substituyen a las raíces seminales. (Franquet & Borrás, 2004).

2.4.2. Tallo

El tallo se forma de nudos y entrenudos alternados, siendo cilíndrico, erguido, nudoso, glabro y de 60-120 cm de longitud (Franquet & Borrás, 2004).

2.4.3. Hojas

Las hojas son alternas, envainadoras, con el limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida que presenta, en el borde inferior, una serie de cirros largos y sedosos (Franquet & Borrás, 2004).

2.4.4. Flores

Son de color verde blanquecino, dispuestas en espiguillas, cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración. Cada espiguilla es uniflora y está provista de una gluma con dos valvas pequeñas, algo cóncavas, aquilladas y lisas; la glumilla tiene igualmente dos valvas aquilladas (Franquet & Borrás, 2004).

2.4.5. Inflorescencia

Es una panícula determinada que se localiza sobre el vástago terminal, siendo una espiguilla la unidad de la panícula, y consiste en dos lemmas estériles: la raquilla y el flósculo (Franquet & Borrás, 2004).

2.4.6. Grano

Franquet y Borrás (2004) El grano de arroz es el ovario maduro. Cuando este en cáscara se conoce como arroz "paddy"; y descascarada cariósida, con el pericarpio pardusco, se conoce como arroz - café; el grano de arroz sin cáscara con un pericarpio rojo, es el denominado "arroz rojo".

2.5. Requerimientos nutricionales

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.

2.6. Etapas de crecimiento y desarrollo.

Germinación o Emergencia

Cuando se dan las condiciones requeridas de temperatura y humedad, la semilla se hincha y germina (INIA 2005).

2.6.1. Plántula.

Al estado de plántula, es el que sigue después de la germinación y se caracteriza por el crecimiento del sistema radicular. Las reservas de la semilla que se encuentran en el endosperma son usadas hasta el estado de tres a cuatro hojas (INIA 2005).

2.6.2. Macollamiento.

Las macollas son los tallos formados a partir de las yemas basales del tallo principal y se desarrollan a partir de los 20 días de la siembra. Del tallo principal nace el tallo secundario (macolla primaria) y de este el tallo terciario (macolla secundaria). Cada macolla, una vez desarrollada, es una planta independiente de la planta madre, con su propia raíz y puede ser separada de ésta (INIA 2005).

2.6.3. Formación de Nudos y Entrenudos.

La formación de entrenudos por encima de la corona (zona en donde se unen el tallo y las raíces), es lo que da lugar al tallo y determina el largo de éste. Los nudos del tallo se forman por encima de los nudos de la corona y comienza a formarse un entrenudo entre el último nudo de la corona y el primero del tallo. El largo de los entrenudos depende de la variedad y del manejo (INIA 2005).

Los nudos se caracterizan por el espesor, que es mayor que el de los entrenudos, se ensanchan por la presencia de un engrosamiento llamado Pulvínulo, sobre este se articula la vaina foliar (INIA 2005).

2.6.4. Etapa reproductiva.

Se inicia antes del período máximo de macollas, casi simultáneamente

con la máxima actividad de macollamiento o inmediatamente después. Esta etapa comprende el período desde la diferenciación de la panoja hasta la emergencia de la misma.

La Floración inicia cuando la panoja emerge a través de la vaina de la hoja bandera y se hace visible, debido al alargamiento de los entrenudos superiores realizándolo en unos tres a cinco días. Lo anterior es seguido inmediatamente por la antesis de las flores en el tercio superior de la panícula. Las panojas son de diferentes tipos, formas y tamaños que responden a características varietales (INIA 2005).

La floración propiamente dicha es el período en el que las flores se abren, son fecundadas y se cierran. Este período lleva de tres a cinco días luego que la panoja emerge de la hoja bandera (INIA 2005).

2.6.5. Etapa de llenado y maduración del grano.

Esta etapa se divide en tres estados:

Etapa de grano lechoso, se caracteriza por presentar un líquido lechoso dentro del grano; los carbohidratos son translocados de las hojas y tallos al grano; etapa de grano pastoso, del estado lechoso el grano va perdiendo humedad y se vuelve pastoso. La consistencia cambia primero a pastoso suave y luego se endurece en 15 días, el color cambia a verdoso amarillento.

La panícula dobla su punta formando un arco debido a que sus granos incrementan en peso y el estado de grano duro, a medida que pierde más humedad, el grano se va endureciendo y finalmente no hay más aportes de carbohidratos llegando a su estado de madurez fisiológica (INIA 2005).

Los granos del extremo superior de la panoja se llenan primero y por lo tanto son los más grandes y pesados; por ésta razón la panoja comienza a doblarse hacia abajo. Debido a la diferencia en el llenado en una panoja se encuentran de arriba hacia abajo granos duros, pastosos y lechosos (INIA 2005).

2.7. Problemas y Limitaciones del Cultivo del arroz

La producción de arroz se ve afectada por factores estresantes de tipo físico como son la temperatura, la radiación solar, el viento, el suelo, el exceso de sales entre otros. Por ejemplo, los umbrales máximos y mínimos de temperatura afectan los componentes del rendimiento, principalmente el número de macollos, número de espiguillas y la duración de la maduración (Maqueira-Lopez et al. 2016). Una inadecuada selección de los suelos puede afectar los rendimientos por deficiencia de nutrientes y toxicidad (FAO, 2017). El nivel de agua o la humedad de suelo deficiente o excesivo puede influir negativamente en el desarrollo del cultivo, en la población de malezas, enfermedades e insectos (Cristo et al. 2012).

2.8. La salinidad de los suelos

El suelo salino es aquel que contiene sales solubles en tal cantidad que alteran desfavorablemente su productividad. Al elevarse la concentración de sales en la solución del suelo, se produce la reducción del flujo de agua que por ósmosis es absorbida por las plantas, provocando condiciones de déficit hídrico en los cultivos no adaptados, aún con los altos niveles de humedad en el suelo (Niborski, 2000).

González (2005), sostiene que la salinidad de los suelos, es uno de los fenómenos más graves a los que se ha enfrentado la humanidad, máxime que si se considera que entre el 40 y 50 % de la superficie terrestre se encuentra afectada y se desarrolla a razón de 3/ha/año. En tal sentido, algunos autores sostienen que las pérdidas que se producen por este flagelo son superiores a las provocadas por la sequía u otros factores ambientales adversos.

En las regiones tropicales, el área de suelos salinizados crece progresivamente, ya sea por vía natural (salinidad primaria), o por la acción de factores antrópicos (salinidad secundaria), es decir, cuando el hombre utiliza prácticas agrícolas que no están en armonía con el medio, como las siguientes:

- Destrucción de los sistemas naturales de drenaje.

- Prácticas de riego, sin un consecuente sistema de drenaje.
- Utilización de aguas de mala calidad para el riego.
- Desarrollo de sistemas de explotación, sin considerar la aptitud agrícola de la tierra.
- No utilización de sistemas de rotación de cultivos e intensificación del monocultivo en grandes extensiones.
- Permanencia de algunos suelos descubiertos a la acción de los rayos solares, incrementando la evaporación y ascenso de sales.
- Uso de maquinaria agrícola, sin considerar las propiedades físico-mecánicas del suelo.

Según la Universidad Agraria del Ecuador, 2004, en su publicación “La salinidad de los suelos y sus efectos en la agricultura” sostiene que los factores que ayudan el desarrollo de suelos salinos son los siguientes:

- Clima con altos niveles de evaporación.
- Fuente de agua salina.
- Una fuente de sales.
- Problemas de drenaje de suelos.

Estudios realizados por Pozo et al. (2010), manifiestan que la salinidad de los suelos de los humedales de arroz y su comportamiento en la cuenca baja del río Guayas, en los horizontes de 0 cm a 20 cm, donde los suelos son extremadamente salinos. En el primer año del estudio, en el límite superior se tomaron muestras de suelo, cuyos valores dieron como resultado 19,70 dS/m y 15,80 dS/m y en el límite inferior ligeramente salino 4,90 dS/m y 4,50 dS/m. En el segundo año en suelos ligeramente salinos, acondicionados para cultivos de arroz, muestras a profundidades de 0,5 cm y 10 cm, demostraron la existencia de acumulación de sales afectando a los cultivos en su desarrollo y producción.

Las zonas costeras del golfo de Guayaquil se ubican desde el límite del manglar continente adentro hasta la isoclinea en donde la salinidad del suelo expresa una conductividad con un valor de 4 mS cm⁻¹ cubriendo una distancia de 4,2 km. Para la agricultura existe una zona restrictiva que expresa una conductividad eléctrica cuyo valor es de 2 mS cm⁻¹ hasta 4 mS cm⁻¹ (Pozo &

Hernández, 2008).

2.9. Efecto de la salinidad en las plantas cultivadas.

La salinidad de los suelos afecta de dos maneras en el crecimiento de los cultivos, incrementando la presión osmótica de la solución del suelo, que está alrededor de las raíces y reduciendo la capacidad de absorción de agua en las plantas, causando una disminución rápida en su crecimiento, afectando algunos cambios metabólicos, similares a los causados por el estrés hídrico (Martin *et al.*, 2012).

Un suelo salino con una CE mayor a 4 dS/m, genera daño en la estructura, disminuye la disponibilidad de nutrientes, dificulta el movimiento del agua, y el aire, baja absorción de agua, penetración limitada de raíces y dificultades en la emergencia de plántulas. Altas concentraciones de sodio degradan la estructura del suelo, disminuyendo la porosidad y permeabilidad (Jenks y Hasegawa, 2005).

Este efecto se manifiesta a través de los aspectos fisiológicos (efecto osmótico) y químico (efecto nutritivo o tóxico); El cloro en niveles altos disminuye la absorción de nitrógeno y el sodio puede causar deficiencias de los elementos como el potasio y calcio. De esta manera la conductividad eléctrica tiene un efecto negativo sobre el crecimiento de los cultivos, existiendo diferencias marcadas entre las plantas (Feuchter, 2010, citado por Suarez, 2010).

La salinidad en los suelos perjudica la producción de arroz, ocasiona en la planta los siguientes síntomas: crecimiento en parches, detención del crecimiento, hojas con puntas blancas, manchas cloróticas en algunas hojas y reducción del macollamiento (García, 2014). Los síntomas aparecen en la primera hoja, luego en la segunda y finalmente en la hoja en desarrollo (hoja bandera). La salinidad origina una reducción del crecimiento de los cultivos, al afectar negativamente y/o la capacidad de emerger de las plántulas; igualmente, retarda el crecimiento de las plantas a través de su influencia sobre varios de sus procesos fisiológicos (Martínez, 2011).

2.10. Que son las Micorrizas

Las micorrizas son hongos simbióticos que colonizan las raíces de más de un 80% de las especies vegetales, la presencia de ellas favorece el aumento de la absorción de nitrógeno y fósforo, reduce el estrés salino y el hídrico y aumenta la resistencia a determinados patógenos de sus plantas huésped. (Téllez *et al.*, 2012).

Se conoce con el nombre de micorriza a la asociación mutualista establecida entre las raíces de la mayoría de las plantas y ciertos hongos del suelo. Se trata de una simbiosis prácticamente universal, no sólo porque casi todas las especies vegetales son susceptibles de ser micorrizadas sino también porque puede estar presente en la mayoría de los hábitats naturales. Las micorrizas son tan antiguas como las propias plantas y se conoce su existencia desde hace más de cien años; estimándose que aproximadamente el 95% de las especies vegetales conocidas establecen de forma natural y constante este tipo de simbiosis con hongos del suelo (Hernández, 2000).

2.11. Micorrizas en la agricultura

La micorriza cumple una función clave en la agricultura sostenible con el objetivo de reducir los insumos químicos por razones ambientales y de salud, entonces se necesita restablecer que los hongos micorrizógenos y otros microbios benéficos a un alto nivel de efectividad para compensar la reducción de insumos. Esta estrategia coincide con el punto de vista de que el grado de empobrecimiento o desaparición de la microflora del suelo, las micorrizas arbusculares son un indicador del descenso en estabilidad del sistema planta-suelo, de la misma forma que el nivel de estrés causado por las prácticas culturales es una medida de sostenibilidad de la agricultura (Bethlenfalvay, 1992).

Por lo tanto, el uso de estos microorganismos constituye una parte fundamental en la agricultura como una alternativa promisorio frente a los fertilizantes minerales. Desde el punto de vista ecológico, la utilización y/o aplicación correcta de estos microorganismos permite reducir el uso de energía, la degradación del agroecosistema y las pérdidas de nutrientes de los suelos agrícolas. En adición,

se mantiene la capacidad productiva del sistema, se preservan la biodiversidad y se contribuye con una producción más estable y sostenida a largo plazo en equilibrio con el entorno (Hernández, 2000).

La micorriza arbusculares tienen un gran potencial como agente de control biológico en varias enfermedades de plantas de importancia alimenticia y económica (Carreón et al., 2016).

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.

Diversos hongos del suelo desarrollan actividades que benefician la nutrición y salud de las plantas, tanto en ecosistemas naturales como en agricultura. Un grupo destacado de tales hongos beneficiosos son los que establecen asociaciones simbióticas (del griego “vida en común”) con las plantas, conocidas como micorrizas (del griego mikos, hongo, y rhiza, raíz). 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.

La principal característica morfológica de estas micorrizas son los arbusculos, estructuras típicas de la colonización que el hongo desarrolla en el interior de las células de la corteza de la raíz por ramificación de sus hifas. Estas estructuras le dan el nombre de arbusculares a este tipo de micorrizas (MA). En este artículo nos vamos a centrar solo en las MA, por ser las que forman las plantas de interés agronómico, pero por motivos de simplificar la redacción y evitar el acrónimo, de

aquí en adelante nos referiremos a ellas como “micorrizas”.

El largo periodo de vida en común de los hongos micorrícicos y plantas simbiotes (más de 450 millones de años) ha condicionado una co-evolución de ambos, que se manifiesta por el elevado grado de mutualismo y dependencia que los simbiotes muestran entre sí. Como consecuencia de tal co-evolución, la mayoría de las plantas son “micotróficas” por naturaleza, es decir, necesitan estar micorrizadas para adquirir nutrientes del suelo de forma óptima. Los hongos se mantiene en el suelo en forma de esporas, redes de micelio, o colonizando raíces activas o fragmentos de estas que permanecen en el suelo. Estos son los propágulos capaces de iniciar la formación de una nueva micorriza de forma natural. El efecto de las micorrizas que primero se describió, y que hasta los años 90 fue el principal objeto de estudio de esta simbiosis microbio-planta, fue su influencia en la captación de nutrientes. La clave de esta actividad, como se esbozó anteriormente, radica en que, cuando la colonización interna está bien establecida, las hifas del hongo pueden crecer externamente desde la raíz de la planta hacia el suelo (micelio externo). Concretamente, se sabe que cada cm de raíz puede sustentar más de 1 m de hifas externas, que se extienden más de 10 cm de la superficie de la raíz. Esto les permite explorar un volumen de suelo considerablemente superior y captar nutrientes en zonas alejadas de la raíz, lo tiene especial relevancia para aquellos nutrientes que se desplazan lentamente por difusión hacia la superficie de la raíz, como son el fosfato y el amonio. Así mismo facilitan la captación de agua por la planta. Adicionalmente, las micorrizas confieren a las plantas una mayor capacidad de resistencia/tolerancia a situaciones que pueden causarles estrés, como son salinidad, sequía, contaminación, ataque de patógenos, etc. Por estas razones el uso racional de los hongos micorrícicos como inoculantes en agricultura puede representar una reducción sustancial de agroquímicos tales como fertilizantes y productos fitosanitarios etc., por lo se les reconoce un gran potencial en el contexto de la agricultura sostenible (Barea et al., 2013; Azcón-Aguilar & Barea, 2015).

2.12. 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 %

Hierro 0.05 %

Inertes 91.8 %

Total 100 %

2.13. 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 8×10^{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) ¹ 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 y 990 horas de heliofanía de promedio anual².

3.2. Material genético

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

3.3. Métodos

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

3.4. Factores estudiados

Variable dependiente: variedad de arroz “INIAP 14”.

Variedad independiente: productos y dosis de micorrizas

3.5. Tratamientos

Los tratamientos estuvieron constituidos por las diferentes dosis de micorrizas; descritos en la Tabla 1:

¹ GPS GARMIN X30

² Fuente: Estación experimental meteorológica UTB, INAHMI, 2018

Tabla 1. Tratamientos estudiados en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el comportamiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Nº	Productos	Aplicación	Época de aplicación	Dosis (l-Kg/ha)
T1	Micorrizas	Drench	Al momento del trasplante	0,5
T2	Micorrizas	Drench	Al momento del trasplante	1,0
T3	Micorrizas	Edáfica	Al momento del trasplante	10
T4	Micorrizas	Edáfica	Al momento del trasplante	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. Análisis de la varianza

Se desarrolló el andeva mediante el siguiente esquema:

Tabla 2. Esquema del análisis de varianza

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 suelos salinos, el cual se trajo del sector de Yaguachi, el mismo se colocó en las cajas, se procedió a colocarse cuatro plantas por unidad experimental, con una distancia de 20 cm entre plantas, en la cual fue donde se sembró los tratamientos.

3.8.4. Fertilización

Se utilizó el programa de fertilización en base al requerimiento nutricional del material de siembra INIAP 14: 140 N (Nitrógeno); 60 P₂O₅ (Fosforo); 60 K₂O (Potasio). El cual se fracciona en tres aplicaciones, siendo aplicados el fosforo 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.

3.8.5. Control de malezas

El control de malezas fue realizado de forma manual, para que estas no causen competencia con el cultivo por luz y nutrientes.

3.8.6. Control fitosanitario

Para el control preventivo de insectos como *Hydrellia* sp. se utilizó Engeo (*Thiametoxam* + *Lambdacyhalotrina*) en dosis de 200 cm³/ha a los 20 días después de la siembra. Posteriormente para el control de langosta (*Spodoptera frugiperda*) se aplicó Clorpirifos en dosis de 750 cm³/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 cm³/ha a los 51 días después de la siembra.

3.8.7. 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, tomando la distancia desde el nivel del suelo hasta el ápice de la espiga más sobresaliente, en cuatro plantas tomadas al azar, la cual se expresó en cm.

3.9.2. Número de macollos

Se tomó a la cosecha, dentro del área útil de cada unidad experimental, donde se contabilizó el número de macollos.

3.9.3. Longitud y ancho de la hoja bandera (cm)

Para esta variable de la longitud y ancho de la hoja bandera se determinó utilizando cada individuo al momento de la floración.

3.9.4. Número de panículas

En la misma unidad experimental se evaluaron los macollos al momento de la cosecha, se procedió a contar el número de panículas en cada unidad experimental.

3.9.5. Longitud de las panículas

Se tomó al azar cuatro panículas en cada unidad experimental y se midió la longitud desde la base al ápice de la panícula, excluyendo las aristas, luego se obtuvo su promedio en cm.

3.9.6. Granos por panículas

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

3.9.7 Rendimiento de grano por panícula (g)

Se tomaron el peso de los granos de una panícula provenientes de cada planta por unidad experimental, con un porcentaje aproximado al 13 % de humedad.

3.9.8 Longitud de la raíz (cm)

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

3.9.9. Peso de 1000 granos

Se pesaron 1000 granos, libres de daños causado por insectos y enfermedades, luego se procedió a pesar en una balanza electrónica de precisión y cuyos pesos se expresaron en gramos.

3.9.10. Diámetro del grano descascarado (mm)

Dentro de cada individuo se evaluaron cinco granos que fueron tomados al azar, a los que se removió la cáscara y se midió con un escalímetro, a los cuales se determinaron el promedio, por lo cual se utilizó la escala del sistema de evaluación estándar para arroz (CIAT) (Jennings, Coffman, & Kauffman, 1981).

3.9.11. Vigor

El vigor de las plantas se determinó 30 después del trasplante, 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.

3.9.12. 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. 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 empleó la fórmula siguiente:

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

Dónde:

Pu= peso uniformizada

Pa= peso actual

Ha= humedad actual

Hd=humedad deseada

3.9.14. Análisis de Fitotoxicidad

Según el (INTA, 2016), la aplicación de fertilizantes en los cultivos puede causar efectos fitotóxicos cuya magnitud dependerá de otros factores como fuente de fertilizantes, dosis aplicada, además de factores edafoclimáticos entre otros.

3.9.15. 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 3. El análisis de varianza no detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 17,28 %.

El tratamiento T4 obtuvo mayor altura de planta, con 70,58 cm, estadísticamente igual a los tratamientos que se aplicó micorrizas, siendo el menor valor para el tratamiento testigo sin aplicación de micorrizas, con 56,67 cm.

Tabla 2. Altura de planta por efecto de la aplicación de micorrizas en suelos arroceros con problemas de salinidad. FACIAG, 2018.

Tratamientos			Altura de planta (cm)
Nº	Producto	Dosis/ha	
T1	Micorrizas	0,5 L	68,83
T2	Micorrizas	1,0 L	67,71
T3	Micorrizas	10 kg	69,42
T4	Micorrizas	20 kg	70,58
T5 (Testigo)	Si aplicación de producto	-----	56,67
Promedio general			66,64
Significancia estadística			NS
Coeficiente de variación (%)			17,28

4.2. Número de macollos/planta

En lo que respecta a la variable número de macollos/planta, el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 6,36 % (Tabla 4).

El tratamiento T2 en dosis de 1 L/ha se presentó mayor número de macollos/planta con 30,67; estadísticamente igual al resto de tratamientos donde se aplicaron las dosis de micorrizas y superiores estadísticamente al tratamiento testigo, con 23 macollos/planta.

4.3. Área foliar (cm²)

En la Tabla 4 se registran los promedios de área foliar; el análisis de varianza reportó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 10,47 %.

El tratamiento T2 en dosis de 1 L/ha presentó mayor área foliar con 23,05 cm; seguido a este se encuentra el T3 en dosis de 10Kg, con un área foliar de 21,1 cm, el tratamiento que presentó el rendimiento más bajo fue el testigo, con 15,12 cm.

Tabla 3. Número de macollos y área foliar por efecto de la aplicación de micorrizas en suelos arroceros con problemas de salinidad. FACIAG, 2018.

Tratamientos			Número de macollos/planta	Área foliar (cm ²)
Nº	Producto	Dosis/ha		
T1	Micorrizas	0,5 L	27 ab	18,62 ab
T2	Micorrizas	1,0 L	31 a	23,05 a
T3	Micorrizas	10 kg	29,33 a	21.1 a
T4	Micorrizas	20 kg	30,67 a	18,48 ab
T5 (Testigo)	Si aplicación de producto	-----	23 b	15,12 b
Promedio general			28,2	77,0
Significancia estadística			**	**
Coeficiente de variación (%)			6,36	10,47

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

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.4. Número de panículas/planta

El análisis de varianza reflejó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 10,85 %, según registro de la Tabla 5.

La variedad de arroz INIAP 14 mostró mayor número de panículas/planta cuando se utilizó el tratamiento T3 en dosis de 10 kg/ha con 17,67 panículas, estadísticamente igual a los tratamientos en donde se emplearon micorrizas y superiores estadísticamente al tratamiento testigo, con 12,67 panículas/planta.

4.5. Longitud de panículas

En la Tabla 5 se observan los resultados de la variable longitud de panículas, el análisis de varianza no se detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 17,68 %.

El tratamiento T4 en dosis de 20 kg/ha reportó 26,08 cm de longitud de panícula, estadísticamente igual al resto de tratamientos que se aplicaron las dosis de micorrizas, incluido el testigo.

Tabla 4. Número de panículas y longitud de panículas por efecto de la aplicación de micorrizas en suelos arroceros con problemas de salinidad. FACIAG, 2018.

Tratamientos			Número de panículas/planta	Longitud de panículas
Nº	Producto	Dosis/ha		
T1	Micorrizas	0,5 L	13,67 ab	18,83
T2	Micorrizas	1,0 L	16,33 ab	19,58
T3	Micorrizas	10 kg	17,67 a	25,17
T4	Micorrizas	20 kg	17 ab	26,08
T5 (Testigo)	Si aplicación de producto	-----	12,67 b	22,83
Promedio general			15,46	22,49
Significancia estadística			**	NS
Coeficiente de variación (%)			10,85	17,68

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

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.6. Granos por panículas

En la variable granos por panículas el análisis de varianza no se detectó

diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 16,76 %.

En el tratamiento T1 en dosis de 0,5 L/ha obtuvo el número de granos por panículas (130), estadísticamente igual a todos los tratamientos, incluido el testigo. (Tabla 6)

4.7. Rendimiento de grano por panícula (g)

En la variable rendimientos por panículas el análisis de varianza no se detectó diferencias a significativas y el coeficiente de variación fue 11,1 %.

En el tratamiento T3 en dosis de 10 Kg/ha obtuvo un peso de granos por panículas (1,36), estadísticamente igual a todos los tratamientos, incluido el testigo. (Tabla 6)

Tabla 5. Granos por panículas y peso de grano por panícula por efecto de la aplicación de micorrizas en suelos arroceros con problemas de salinidad. FACIAG, 2018.

Nº	Tratamientos		Granos por panículas	Rendimiento de grano por panícula (g)
	Producto	Dosis/ha		
T1	Micorrizas	0,5 L	130	1,26
T2	Micorrizas	1,0 L	126,33	1,15
T3	Micorrizas	10 kg	125,33	1,36
T4	Micorrizas	20 kg	117,67	1,27
T5 (Testigo)	Si aplicación de producto	-----	98,33	1,29
Promedio general			119,532	1,266
Significancia estadística			NS	NS
Coeficiente de variación (%)			16,76	11,1
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.				
ns= no significativo				
*= significativo				
**= altamente significativo				

4.8. Longitud de la raíz (cm)

En la variable longitud radicular el análisis de varianza no detectó diferencias significativas entre los tratamientos y el coeficiente de variación fue 14,92 %.

El tratamiento T2 en dosis de 1 L/ha obtuvo una longitud de raíz (28,5), estadísticamente igual a todos los tratamientos. (Tabla 7)

4.9. Peso de 1000 granos

El peso de 1000 granos presenta sus resultados en la Tabla 7. El análisis de varianza no mostró diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 13,18 %.

El tratamiento T2 en dosis de 1 L/ha da los promedios con 30,23g, estadísticamente igual a los tratamientos que se utilizó. (Tabla 7)

Tabla 6. Longitud de la raíz y peso de 1000 granos por efecto de la aplicación de micorrizas en suelos arroceros con problemas de salinidad. FACIAG, 2018.

Nº	Tratamientos		Longitud de la raíz (cm)	Peso de 1000 granos (g)
	Producto	Dosis/ha		
T1	Micorrizas	0,5 L	21,83	26,07
T2	Micorrizas	1,0 L	28,5	30,23
T3	Micorrizas	10 kg	21,08	26,33
T4	Micorrizas	20 kg	24,33	23,93
T5 (Testigo)	Si aplicación de producto	-----	21,17	26
Promedio general			23,382	26,512
Significancia estadística			NS	NS
Coeficiente de variación (%)			14,92	13,18

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

*= significativo

**= altamente significativo

4.10. Diámetro del grano descascarado (mm)

En la variable diámetro del grano descascarado el análisis de varianza no detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 2,04 %. (Tabla 8)

La variedad de arroz INIAP 14, mostró similitud en todos los tratamientos y no existió significancia estadística.

4.11. Vigor

En la variable vigor el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 10,95 %. (Tabla 8)

El tratamiento T1 en dosis de 0.5 L/ha y el testigo obtuvieron mayor vigor de planta, con 4,33, estadísticamente presentan diferencias con respecto al resto de tratamientos, siendo el de menor valor para el tratamiento T4 con 1,0.

Tabla 7. Longitud y ancho del grano y vigor por efecto de la aplicación de micorrizas en suelos arroceros con problemas de salinidad. FACIAG, 2018.

Nº	Tratamientos		Diámetro del grano (mm)	Vigor
	Producto	Dosis/ha		
T1	Micorrizas	0,5 L	2,0	4,33 a
T2	Micorrizas	1,0 L	2,02	1,67 ab
T3	Micorrizas	10 kg	2,0	1,67 ab
T4	Micorrizas	20 kg	2,0	1,0 b
T5 (Testigo)	Si aplicación de producto	-----	2,05	4,33 a
Promedio general			2,014	2,6
Significancia estadística			NS	*
Coeficiente de variación (%)			2,04	10,95

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

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.12. Días a floración

En la Tabla 9 se registran los promedios de días a floración; el análisis de varianza no reportó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 7,25 %.

El tratamiento T2 en dosis de 1 L/ha, tardó en florecer con 69,33 días, estadísticamente igual a todos los demás tratamientos, siendo el tratamiento T1 y T3 que se utilizaron dosis de 0.5 L/ha y 10 Kg/ha florecieron en menor tiempo, 62 días.

4.13. Rendimiento

En la Tabla 9. El análisis de varianza no mostró diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 15,1 %.

El tratamiento con dosis de 10 kg/ha fue el tratamiento que matemáticamente registró mayores promedios con 3822,22 kg/ha, el menor promedio lo alcanzó el testigo T5 sin aplicación de micorrizas con 2594,58 kg/ha.

Tabla 8. Días a floración y rendimiento por efecto de la aplicación de micorrizas en suelos arroceros con problemas de salinidad. FACIAG, 2018.

Tratamientos			Días a floración	Rendimiento
Nº	Producto	Dosis/ha		
T1	Micorrizas	0,5 l	62	2688,89 a
T2	Micorrizas	1,0 l	69,33	3008 a
T3	Micorrizas	10 kg	62	3822,22 a
T4	Micorrizas	20 kg	67,67	3455,11 a
T5 (Testigo)	Si aplicación de producto	-----	68	2594,58 a
Promedio general			65,8	3113,76
Significancia estadística			NS	NS
Coeficiente de variación (%)			7,25	15,1

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

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.14. Fitotoxicidad

Durante las evaluaciones planteadas en la realización del ensayo se determinó visualmente el efecto del producto sobre el cultivo, de acuerdo a la siguiente escala.

Tabla 10. Grado de fitotoxicidad del cultivo de acuerdo al INTA. FACIAG, 2018.

GRADO DE FITOTOXICIDAD	EFEECTO SOBRE EL CULTIVO
0	Sin afectación
1	Clorosis General
2	Necrosis del Brote Terminal
3	Necrosis en hojas (Brotos laterales y hojas)
4	Necrosis Generalizada
5	Mortandad

Fuente: INTA

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 donde se aplicó micorrizas a dosis de 10 kg/ha con \$ 196,27

Tabla 11. Análisis económico/ha por efecto de la aplicación de micorrizas en suelos arroceros con problemas de salinidad. FACIAG, 2018.

N°	Tratamientos		Rend. kg/ha	sacas/ha	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)				Beneficio neto (USD)	
	Producto	Dosis/ha				Fijos	Variables	Total			
						Productos	Jornales para tratamiento	Cosecha + Transporte			
T 1	Micorrizas	0,5 l	2688,89	29.57779	\$ 946.49	\$ 850.00	\$ 9.00	\$ 72.00	\$ 103.52	\$ 1,034.52	\$ (88.03)
T 2	Micorrizas	1,0 l	3008	33.088	\$ 1,058.82	\$ 850.00	\$ 18.00	\$ 72.00	\$ 115.81	\$ 1,055.81	\$ 3.01
T 3	Micorrizas	10 kg	3822,22	42.04442	\$ 1,345.42	\$ 850.00	\$ 80.00	\$ 72.00	\$ 147.16	\$ 1,149.16	\$ 196.27
T 4	Micorrizas	20 kg	3455,11	38.00621	\$ 1,216.20	\$ 850.00	\$ 160.00	\$ 72.00	\$ 133.02	\$ 1,215.02	\$ 1.18
T 5	Testigo	0	2594,58	28.54038	\$ 913.29	\$ 850.00		\$ 72.00	\$ 99.89	\$ 1,021.89	\$ (108.60)
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:

- La aplicación de las micorrizas obtuvo efectos positivos sobre el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de arroz, variedad INIAP 14.
- Las características agronómicas como panículas/planta, peso del grano por panículas y peso de 1000 granos, sobresalieron cuando se aplicó micorrizas en dosis de 10 kg/ha.
- El rendimiento y análisis económico alcanzó mayores promedios utilizando las micorrizas a dosis de 10 kg/ha, con beneficio neto de \$ 196.27
- Durante las evaluaciones realizadas en el cultivo, se determinó visualmente que no existió fitotoxicidad, el mismo que fue evaluado de acuerdo a la escala del INTA.

VI. RECOMENDACIONES

Por lo expuesto se recomienda:

- Aplicar micorrizas en dosis de 10 kg/ha ya que en este estudio obtuvo efectos positivos sobre el rendimiento del cultivo de arroz, variedad INIAP 14.
- Efectuar investigaciones sobre el uso de micorrizas en otras variedades de arroz para comparar resultados.
- Realizar el mismo ensayo bajo condiciones de campo abierto.

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 msnm² 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 de altura de planta, número de macollos, longitud y ancho de la hoja bandera y de la hoja 2, número de panículas, longitud de las panículas, granos por panículas, rendimiento de grano por panícula, longitud de la raíz, peso de 1000 granos, longitud y ancho del grano descascarado, vigor, días de la floración, rendimiento de grano y análisis económico. Por los resultados obtenidos se determinó que la aplicación de micorrizas obtuvo efectos positivos sobre el rendimiento del cultivo de arroz, variedad INIAP 14; por lo que se refleja la importancia de aplicar micorrizas; las características agronómicas como altura de planta, macollos y panículas/m², longitud de panículas, granos por espiga, rendimiento y análisis económico alcanzó mayores promedios utilizando las micorrizas en dosis de 10 kg/ha, con beneficio neto de \$ 196.27

Palabras claves: micorrizas, rendimiento del cultivo de 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 msnm² 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, length and width of the flag leaf and leaf 2, number of panicles, length of panicles, grains per panicles, yield of grain per panicle, length of the root, weight of 1000 grains, length and width of the husked grain, vigor, days of flowering, yield of grain and economic analysis. Based on the results obtained, it was determined that the application of mycorrhizae obtained positive effects on the performance of the rice crop, variety INIAP 14; so the importance of applying mycorrhizas is reflected; agronomic characteristics such as plant height, tillers and panicles / m², length of panicles, grains per spike, yield and economic analysis reached higher averages using mycorrhizae in doses of 10 kg / ha, with a net profit of \$ 196.27

Key words: mycorrhizae, rice crop yield.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Bethlenfalvay, G.J. (1992) Mycorrhizae in the agricultural plant-soil system. *Symbiosis* 14:413-425.
- Biokrone, (2017) Biofortificación vegetal desde la raíz inoculante y mejorador de suelos, ficha técnica de Glumix, consultado el 11 de noviembre del 2018, disponible en: <http://www.biokrone.com/fichas/glumix.pdf>
- 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
- Carreón Yazmín, Gómez Nuria y Martínez Miguel (2016) Las micorrizas arbusculares en la protección vegetal (PDF Download Available). Available from: https://www.researchgate.net/publication/266505917_Las_micorrizas_arbusculares_en_la_proteccion_vegetal [accessed Apr 14, 2017]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/266505917_Las_micorrizas_arbusculares_en_la_proteccion_vegetal.
- Cristo, E; Gonzalez, M; Pérez-León, N; Crescencio-Bazaldúa, E; Cardenas-Travieso, R; Cruz, M. 2009. Uso biofertilizante de dos cultivos de cianobacterias, uno axénico y otro en consorcio, a nivel de invernadero para producción parcialmente orgánica de fréjol. Tesis para optar el grado de Ingeniero en Biotecnología. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Ecuador. 89 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2017. Guía para identificar las limitaciones de campo en la producción de arroz. Problemas y limitaciones de la producción de arroz. Roma, IT. 47 – 60 P.
- 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.

Franquet, J.F. y Borràs, C. (2004) VARIEDADES Y MEJORA DEL ARROZ (*Oryza sativa*, L.): Morfología de la planta de arroz. Universidad Internacional de Cataluña y la Asociación de Ingenieros Agrónomos de Cataluña. Cataluña, ES. pág. 14.

Garcés, F., Díaz, T., Aguirre, A. 2012. Severidad de la quemazón (*Pyricularia oryzae* Cav.) en germoplasma de arroz F1 en la zona central del litoral ecuatoriano. Ecuador: Revista Ciencia y Tecnología, 5(2), pp. 1-6 Consultado 11 de julio, 2018. Disponible en URL: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4737355>.

García, A. 2014. Problemática de la salinidad en el cultivo de arroz. International Unión of Soil Science Societies.

Gavilánez, F., Martillo, J., Morán, C., Cruz, C., Martínez, F. 2016. Influencia del zinc sobre el estrés generado por la aplicación de una mezcla herbicida en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L). El misionero del agro, 10(3): 8-17.

González, L. 2005. Algunas reflexiones para el manejo sostenible de los suelos afectados por salinidad. Agricultura Orgánica de Cuba (Granma).

Hernández, M. I. (2000) Las micorrizas arbusculares y las bacterias rizosféricas como complemento de la nutrición mineral de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) [Tesis de Maestría], INCA.

Ibáñez, J., Manríquez, J. (2014). Solonetz (suelos sódicos). Consultado el 3 de marzo, 2018. Disponible en: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2014/02/12/144949>.

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)

INTA 2016. Consultado el 5 de marzo, 2018. Disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/Trigo%20->

%20Efectos%20sobre%20Fitotoxicidad%20y%20Rendimiento.asp

- Jenks, M. A.; Hasegawa, P. M. Plant Abiotic Stress. India. Blackwell Publishing Ltd, 2005, p. 270.
- Jennings, P. R., Coffman, W. R., & Kauffman, H. E. 1981. Mejoramiento de Arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Martín, B., Sosa, O., Magra, G., Zerpa, G., Besson, P. 2012. Emergencia de forrajeras en un suelo salino-alcalino tratado con yeso. Revista Argentina de Producción Animal: 2013. N° 2: 158.
- Martínez, N., López, C., Basurto, M., Pérez, R. 2011. Efectos por salinidad en el desarrollo vegetativo. Tecnociencia 5, 156-161.
- 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>
- Niborski, M. 2000. El exceso de sales y sodio en los suelos de las regiones áridas y semiáridas. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. p 1 – 2.
- Piedra, A., Gonzales, M. 2013. Revisión bibliográfica. La salinidad como problema en la agricultura: la mejora vegetal una solución inmediata. Cultivos Tropicales. 34 (4), p. 31-42. Disponible en: <http://ediciones.inca.edu.cu> ISSN impreso: 0258-5936 ISSN digital: 1819-4087.
- Pozo, W., Carrera, G., Sanfeliu, T. 2010. Variabilidad espacial temporal de la salinidad del suelo en los humedales de arroz de la Cuenca baja del río Guayas, Sudamérica. Revista Tecnológica ESPOL - RTE 23(1): 73-79.
- Pozo, W., Hernández, F., Morell, I. 2008. Delimitación de la zona de transición costera en el golfo de Guayaquil - Ecuador. ESPOL. Revista Tecnológica ESPOL 21(1): 7-15. 8-14.

SINAGAP, 2015. III Censo Nacional Agropecuario: Referencias del levantamiento censal. Consultado el 5 de julio 2018. Disponible en <http://sinagap.agricultura.gob.ec/censo-nacional-agropecuario>.

Suarez, M. 2010. Efecto de enmiendas de origen químico y orgánico en condición de salinidad del agua de riego para incrementar el rendimiento de cebolla (*Allium cepa* L.). Universidad Estatal Península de Santa Elena. Facultad de Ciencias Agrarias. Libertad, Ecuador. 20-21 pp.

Szabolcs I, Wallingford: Pand, (2005): Programa de Acción Nacional contra la Desertificación. Documento de trabajo. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 99-118.

Téllez Ángela; Abalos Diego; Sanz-Alberto; Sánchez Laura; Martín; 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

UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas para el Comercio y Desarrollo). 2000a. Información de Mercado sobre productos básicos; Descripción del arroz. (en línea). EE.UU. Visitado el 05 diciembre 2018. Disponible en: <http://www.unctad.org>.

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>.

X. APÉNDICE

10.1. Cuadros estadísticos

Cuadro 2. Análisis de varianza para altura de planta, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	410.17	6	68.36	0.52	0.7823
Repeticiones	24.12	2	12.06	0.09	0.914
Tratamientos	386.05	4	96.51	0.73	0.5972
Error	1060.37	8	132.55		
Total	1470.54	14			
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=32.47547					
Error: 132.5467 gl: 8					
Tratamientos	Medias	n	E.E.		
1	68.83	3	6.65	A	
2	67.71	3	6.65	A	
3	69.42	3	6.65	A	
4	70.58	3	6.65	A	
5	56.67	3	6.65	A	

Cuadro 3. Análisis de varianza para número de macollos.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	132.67	6	22.11	6.87	0.0079
Repeticiones	1.6	2	0.8	0.25	0.7856
Tratamientos	131.07	4	32.77	10.19	0.0032
Error	25.73	8	3.22		
Total	158.4	14			
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=5.05911					
Error: 3.2167 gl: 8					
Tratamientos	Medias	n	E.E.		
1	27	3	1.04	A	B
2	31	3	1.04	A	
3	29.33	3	1.04	A	
4	30.67	3	1.04	A	
5	23	3	1.04		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
--

Cuadro 4. Análisis de varianza para longitud y ancho de la hoja bandera y de la hoja 2 (cm), en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	136.07	6	22.68	5.56	0.015
Repeticiones	28.42	2	14.21	3.49	0.0815
Tratamientos	107.65	4	26.91	6.6	0.0119
Error	32.61	8	4.08		
Total	168.68	14			
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=5.69496					
Error: 4.0760 gl: 8					
Tratamientos	Medias	n	E.E.		
1	18.62	3	1.17	A	B
2	23.05	3	1.17	A	
3	21.1	3	1.17	A	
4	18.48	3	1.17	A	B
5	15.12	3	1.17		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)					

Cuadro 5. Análisis de varianza para número de panículas.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	67.2	6	11.2	3.98	0.0382
Repeticiones	10.13	2	5.07	1.8	0.2264
Tratamientos	57.07	4	14.27	5.07	0.0248
Error	22.53	8	2.82		
Total	89.73	14			
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=4.73411					
Error: 2.8167 gl: 8					
Tratamientos	Medias	n	E.E.		
1	13.67	3	0.97	A	B
2	16.33	3	0.97	A	B
3	17.67	3	0.97	A	
4	17	3	0.97	A	B
5	12.67	3	0.97		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)					

Cuadro 6. 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.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	137.82	6	22.97	1.45	0.3047
Repeticiones	11.78	2	5.89	0.37	0.7006
Tratamientos	126.04	4	31.51	1.99	0.1888
Error	126.56	8	15.82		
Total	264.38	14			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=11.21944					
Error: 15.8198 gl: 8					
Tratamientos	Medias	n	E.E.		
1	18.83	3	2.3	A	
2	19.58	3	2.3	A	
3	25.17	3	2.3	A	
4	26.08	3	2.3	A	
5	22.83	3	2.3	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)					

Cuadro 7. Análisis de varianza para granos por panículas.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2863.6	6	477.27	1.19	0.3986
Repeticiones	936.53	2	468.27	1.17	0.3592
Tratamientos	1927.07	4	481.77	1.2	0.3812
Error	3210.13	8	401.27		
Total	6073.73	14			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=56.50509					
Error: 401.2667 gl: 8					
Tratamientos	Medias	n	E.E.		
1	130	3	11.57	A	
2	126.33	3	11.57	A	
3	125.33	3	11.57	A	
4	117.67	3	11.57	A	
5	98.33	3	11.57	A	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
--

Cuadro 8. Análisis de varianza para rendimiento de grano por panícula, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.14	6	0.02	1.22	0.3862
Repeticiones	0.08	2	0.04	1.95	0.2046
Tratamientos	0.07	4	0.02	0.86	0.5285
Error	0.16	8	0.02		
Total	0.3	14			
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.39615					
Error: 0.0197 gl: 8					
Tratamientos	Medias	n	E.E.		
1	1.26	3	0.08	A	
2	1.15	3	0.08	A	
3	1.36	3	0.08	A	
4	1.27	3	0.08	A	
5	1.29	3	0.08	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)					

Cuadro 9. Análisis de varianza para longitud de la raíz.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	146.5	6	24.42	2.01	0.1782
Repeticiones	27.43	2	13.72	1.13	0.3705
Tratamientos	119.07	4	29.77	2.45	0.1311
Error	97.36	8	12.17		
Total	243.86	14			
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=9.84040					
Error: 12.1698 gl: 8					
Tratamientos	Medias	n	E.E.		
1	21.83	3	2.01	A	
2	28.5	3	2.01	A	
3	21.08	3	2.01	A	
4	24.33	3	2.01	A	

5	21.17	3	2.01	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)					

Cuadro 10. 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.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	77.55	6	12.92	1.06	0.4564
Repeticiones	14.58	2	7.29	0.6	0.5731
Tratamientos	62.97	4	15.74	1.29	0.3508
Error	97.63	8	12.2		
Total	175.18	14			
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=9.85408					
Error: 12.2037 gl: 8					
Tratamientos	Medias	n	E.E.		
1	26.07	3	2.02	A	
2	30.23	3	2.02	A	
3	26.33	3	2.02	A	
4	23.93	3	2.02	A	
5	26	3	2.02	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)					

Cuadro 11. Análisis de varianza para longitud y ancho del grano.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.01	6	1.20E-03	0.7	0.6614
Repeticiones	2.00E-03	2	9.90E-04	0.58	0.5793
Tratamientos	0.01	4	1.30E-03	0.75	0.5844
Error	0.01	8	1.70E-03		
Total	0.02	14			
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.11585					
Error: 0.0017 gl: 8					
Tratamientos	Medias	n	E.E.		
1	2	3	0.02	A	
2	2.02	3	0.02	A	
3	2	3	0.02	A	

4	2	3	0.02	A	
5	2.05	3	0.02	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)					

Cuadro 12. Análisis de varianza para vigor, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	32.53	6	5.42	4.78	0.0231
Repeticiones	1.6	2	0.8	0.71	0.522
Tratamientos	30.93	4	7.73	6.82	0.0108
Error	9.07	8	1.13		
Total	41.6	14			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.00296					
Error: 1.1333 gl: 8					
Tratamientos	Medias	n	E.E.		
1	4.33	3	0.61	A	
2	1.67	3	0.61	A	B
3	1.67	3	0.61	A	B
4	1	3	0.61		B
5	4.33	3	0.61	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)					

Cuadro 13. Análisis de varianza para días a la floración, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	240.27	6	40.04	1.76	0.2251
Repeticiones	91.2	2	45.6	2	0.1971
Tratamientos	149.07	4	37.27	1.64	0.2561
Error	182.13	8	22.77		
Total	422.4	14			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=13.45925					
Error: 22.7667 gl: 8					
Tratamientos	Medias	n	E.E.		
1	62	3	2.75	A	
2	69.33	3	2.75	A	

3	62	3	2.75	A
4	67.67	3	2.75	A
5	68	3	2.75	A
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)				

Cuadro 14. Análisis de varianza para rendimiento de grano, en el efecto de la aplicación de micorrizas sobre el rendimiento del cultivo de arroz. FACIAG, 2018.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3334888.46	6	555814.74	2.51	0.1138
Repeticiones	95815.03	2	47907.51	0.22	0.8098
Tratamientos	3239073.44	4	809768.36	3.66	0.0559
Error	1769591.19	8	221198.9		
Total	5104479.65	14			
Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1326.66866					
Error: 221198.8984 gl: 8					
Tratamientos	Medias	n	E.E.		
1	2688.89	3	271.54	A	
2	3008	3	271.54	A	
3	3822.22	3	271.54	A	
4	3455.11	3	271.54	A	
5	2594.58	3	271.54	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)					

LABORES REALIZADAS



Fig.1 Obtencion de Cajas



Fig.2 Colocacion de Cajas

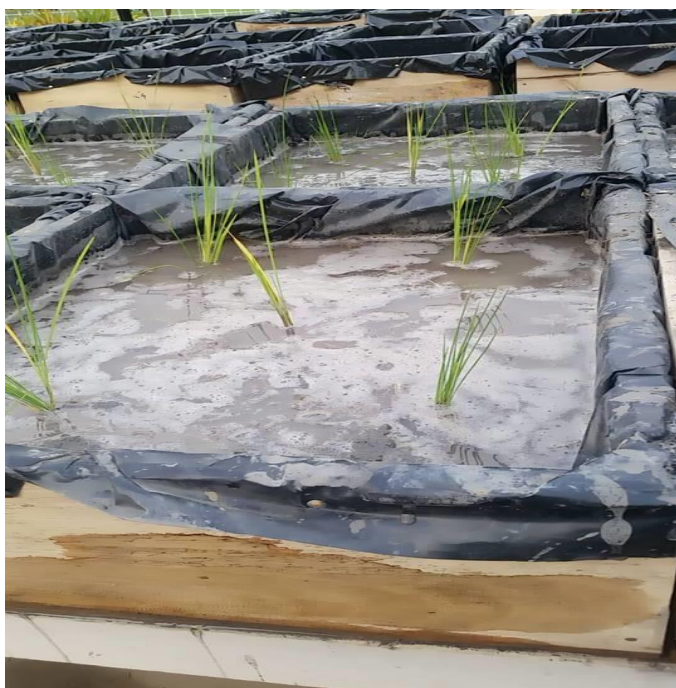


Fig.3 Siembra de arroz en cada unidad experimental con la variedad INIAP 14



Fig.4 La siembra se la realizó de forma manual, utilizando la variedad INIAP14 a una distancia de 20cm entre planta.



Fig.5 Producto MICOR -9, a base de micorrizas.



Fig.6 Inoculacion de las micorrizas en cada unidad experimental con sus respectivas dosis.



Fig.7 Crecimiento del Cultivo de arroz INIAP 14



Fig.8 Floracion del Cultivo de arroz INIAP 14



Fig.9 Visita del Tutor de Tesis Ing. Fernando Cobos.



Fig.10 Visita del Director encargado de titulación de la escuela Ingeniería Agropecuaria Ing. Edwin Hasang.



Fig.11 Conteo de Panículas por planta



Fig.12 Conteo de panículas por unidad experimental



Fig.13 Colección de biomasa



Fig.14 La biomasa húmeda se la obtuvo separando la raíz del tallo con un estilete y luego se procedió a colocarlo por separado en una gramera con la cual se obtuvo el peso.



Fig.15 La biomasa seca se lo obtuvo separando la raíz y el tallo de la estufa, luego se procedio a colocarlo por separado en una gramera con la cual se obtuvo el peso.



Fig.16 Obtencion de los Datos