



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



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para la obtención del título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**

“Hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo condiciones de Babahoyo”

**AUTOR:**

Víctor Efraín Onofre Berrúz

**TUTOR:**

Ing. Agr. Fernando Cobos Mora, MSc.

Babahoyo-Los Ríos-Ecuador

2019



**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:**

“Hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento  
agronómico y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo  
condiciones de Babahoyo”.

**TRIBUNAL DE SUSTENTACION:**

ING. AGR. OSCAR MORA CASTRO, MBA.  
PRESIDENTE.

ING. AGR. TITO BOHORQUEZ BARROS, MBA.  
VOCAL PRINCIPAL.

ING. AGR. MARLON LOPEZ IZURIETA, MSc.  
VOCAL PRINCIPAL.

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**VICTOR EFRAIN ONOFRE BERRUZ**

**Declaro que:**

El trabajo experimental “Hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo condiciones de Babahoyo”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las paginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de esta investigación.

Babahoyo, 15 de abril del 2019.



---

**VICTOR EFRAIN ONOFRE BERRUZ**

**C.I. 1207831551**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo, mi agradecimiento a DIOS por darme fortaleza, ciencia y sabiduría, para concluir otra meta en mi vida como profesional. A mis padres, por estar conmigo, por enseñarme a crecer y a que si caigo debo levantarme, por apoyarme y guiarme, por ser las bases que me ayudaron a llegar hasta aquí.

El presente trabajo es dedicado a mi familia quienes han sido parte fundamental para realizar esta nueva meta, ellos son quienes me dieron grandes enseñanzas y los principales protagonistas de este sueño alcanzado.

A mis hermana/os, a mis amigos por su apoyo incondicional para llegar hasta donde estoy hoy en día, Gracias por sus sabios consejos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradecemos a nuestros docentes de la Escuela de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Técnica de Babahoyo, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial., al tutor de mi proyecto de investigación quien tuvo paciencia, y su rectitud como docente.

A la Universidad Técnica de Babahoyo por haberme dado la oportunidad de poder llegar a mi objetivo, ser ingeniero Agropecuario.

# CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivos .....	2
1.1.1. General .....	2
1.1.2. Específicos .....	2
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	13
3.1 Ubicación y descripción de sitio experimental .....	13
3.2. Material genético .....	13
3.3. Factores estudiados .....	14
3.4. Métodos .....	14
3.5. Tratamientos.....	14
3.6. Diseño experimental .....	15
3.7. Análisis de varianza .....	15
3.7.1. Características del área experimental .....	15
3.8. Manejo del ensayo.....	15
3.8.1. Preparación del terreno.....	16
3.8.2. Siembra.....	16
3.8.3. Fertilización .....	16
3.8.4. Riego.....	16
3.8.5. Control de malezas .....	16
3.8.6. Control de insectos- plagas.....	17
3.8.7. Cosecha .....	17
3.9. Datos evaluados .....	17
3.9.1. Porcentaje de colonización .....	17
3.9.2. Conteo de esporas .....	17
3.9.3. Densidad de endófito .....	18
3.9.4. Días a floración .....	19
3.9.5. Altura de planta .....	19
3.9.6. Longitud de raíz.....	19
3.9.7. Longitud de panícula .....	19
3.9.8. Número de macollos/m <sup>2</sup> .....	19
3.9.9. Número de panículas/m <sup>2</sup> .....	19

3.9.10. Número de granos por panículas .....	20
3.9.11. Peso de 1000 semillas .....	20
3.9.12. Rendimiento por hectárea .....	20
3.9.13. Análisis económico.....	20
IV. RESULTADOS.....	21
4.1. Porcentaje de colonización .....	21
4.2. Conteo de esporas .....	22
4.3. Densidad de endófito .....	23
4.4. Días a floración .....	24
4.5. Altura de planta .....	25
4.6. Longitud de raíz .....	26
4.7. Longitud de panícula .....	27
4.8. Número de macollos/m <sup>2</sup> .....	28
4.9. Número de panículas/m <sup>2</sup> .....	29
4.10. Número de granos por panículas.....	30
4.11. Peso de 1000 semillas.....	31
4.12. Rendimiento por hectárea.....	32
4.13. Análisis económico .....	33
V. CONCLUSIONES .....	36
VI. RECOMENDACIONES .....	37
VII. RESUMEN .....	38
VIII. SUMMARY.....	39
IX. BIBLIOGRAFÍA .....	40
APÉNDICE .....	43
Cuadros de resultados y análisis de varianza.....	44
Fotografías.....	51

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos a estudiarse en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019 .....	14
Cuadro 2. Porcentaje de colonización, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019 .....	21
Cuadro 3. Conteo de esporas, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019.....	22
Cuadro 4. Densidad del endófito, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019.....	23
Cuadro 5. Días a floración, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019.....	24
Cuadro 6. Altura de planta, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019.....	25
Cuadro 7. Longitud de raíz, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019.....	26
Cuadro 8. Longitud de panícula, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019.....	27
Cuadro 9. Número de macollos/m <sup>2</sup> , en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019 .....	28
Cuadro 10. Número de panículas/m <sup>2</sup> , en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019 .....	29
Cuadro 11. Número de granos por panículas, en el ensayo: “Evaluación de hongos	



micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019 .....	30
Cuadro 12. Peso de 1000 semillas, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019 .....	31
Cuadro 13. Rendimiento (kg/ha), en el ensayo “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019.....	32
Cuadro 14. Costos fijos/ha, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019.....	33
Cuadro 15. Análisis económico/ha, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019 .....	34
Cuadro 16. Porcentaje de colonización, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019 .....	44
Cuadro 17. Conteo de esporas, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019.....	44
Cuadro 18. Densidad del endófito, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019 .....	45
Cuadro 19. Días a floración, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 20198.....	45
Cuadro 20. Altura de planta, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019.....	46
Cuadro 21. Longitud de raíz, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019.....	46
Cuadro 22. Longitud de panícula, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de	

arroz". FACIAG, UTB. 2019.....	47
Cuadro 23. Número de macollos/m <sup>2</sup> , en el ensayo: "Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz". FACIAG, UTB. 2019 .....	47
Cuadro 24. Número de panículas/m <sup>2</sup> , en el ensayo: "Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz". FACIAG, UTB. 2019 .....	48
Cuadro 25. Número de granos por panículas, en el ensayo: "Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz". FACIAG, UTB. 2019 .....	48
Cuadro 26. Peso de 1000 semillas, en el ensayo: "Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz". FACIAG, UTB. 2019 .....	49
Cuadro 27. Rendimiento, en el ensayo: "Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz". FACIAG, UTB. 2019.....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Realización del lechuguin para la siembra .....	51
Fig. 2. Cultivo de arroz en desarrollo con las respectivas etiquetas.....	51
Fig. 3. Monitoreo y revisión del desarrollo del cultivo .....	52
Fig. 4. Fertilización en el cultivo .....	52
Fig. 5. Control de insectos-plagas .....	53
Fig. 6. Visita del Tutor, Ing. Fernando Cobos Mora.....	53
Fig. 7. Evaluación de macollos por metro cuadrado.....	54
Fig. 8. Longitud de raíz.....	54
Fig. 9. Longitud de panícula .....	55
Fig. 10. Peso de 1000 granos .....	55
Fig. 11. Determinación del rendimiento.....	56

## I. INTRODUCCIÓN

El arroz es el producto básico que “sustenta a la humanidad” y en la actualidad es el alimento de primera necesidad para la dieta de las personas. El 88 % de los campos cultivable se encuentra en Asia, siendo el continente de mayor producción, mientras que en África, América y algunos países está el 12 % restante.

En el Ecuador se siembran aproximadamente 343 936 ha, de las cuales se cosechan 332 988 ha, con una producción de 1 239 269 t. En la provincia de Los Ríos se siembran aproximadamente 114 545 ha, de las cuales se cosechan 110 386 ha, alcanzando una producción de 359 569 t.<sup>1</sup>

Mientras la demanda mundial de alimentos aumenta, el manejo sustentable de los suelos es uno de los principales retos, ya que una elevada producción de granos está ligada al incremento de consumo de nutrientes. La deficiencia de nitrógeno, fósforo y potasio, así como materia orgánica del suelo constituyen los problemas de suelos más relevantes, por ello la rotación de cultivos y la fertilización son las prácticas de manejo estratégicas para reducir la brecha de rendimiento.

Mediante este contexto aparecen los biofertilizantes, que son productos con base a microorganismos benéficos para los suelos, dentro de éstos se destacan las rizobacterias y los hongos micorrizógenos (HMA), debido a que su utilización en la agricultura incrementa la productividad de los cultivos.

Los biofertilizantes a base de hongos micorrízicos arbusculares son de vital importancia, porque establecen una simbiosis entre las plantas y dichos hongos en los diferentes ecosistemas agrícolas y naturales. Las micorrizas son asociaciones simbióticas mutualistas que se establecen entre las raíces de las plantas y ciertos hongos del suelo; su principal efecto es promover el crecimiento y desarrollo de las raíces, lo que ayudan la absorción de nutrientes esenciales.

---

<sup>1</sup> Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2017. Disponible en <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>

La utilización de estos microorganismos resulta factible para los sistemas de producción agrícola ya que una vez asociados a las plantas, realizan diferentes funciones como: incremento en la absorción de nutrientes minerales y agua, mayor resistencia a toxinas, incremento de la traslocación y solubilización de elementos esenciales, protección contra patógenos radicales e incremento de la tolerancia a condiciones adversas.

La baja productividad del arroz por unidad de superficie, debido a la degradación de los suelos y pérdidas de la forma microbiana y al desconocimiento del efecto de hongos micorrízicos arbusculares aplicados al cultivo de arroz es uno de los principales problemas que ocasiona al cultivo.

Por lo expuesto, se evaluó productos a base de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. General**

Evaluar la respuesta en plantas de arroz inoculadas con diferentes cepas de hongos micorrízicos arbusculares (HMA).

### **1.1.2. Específicos**

- Evaluar la influencia de productos comerciales de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) sobre las características agronómicas del arroz.
- Determinar el producto con la dosis óptima para mejorar la producción de grano de arroz.
- Analizar económicamente de los tratamientos en estudio.

## II. MARCO TEÓRICO

Ruiz-Sánchez, *et al.* (2016) difunden que el cultivo del arroz se enfrenta a los retos del calentamiento global, la escasez de agua y otros factores limitan la capacidad de los agricultores para cultivarlo en condiciones inundadas. Se ha tenido que reducir las áreas de siembra por no contar con suficiente agua en los embalse. A pesar de la baja disponibilidad de agua que existe y se avecina el futuro, se continúa sembrando arroz bajo riego, o sea con una lámina de agua, esta condición de anaerobiosis afecta la asociación micorrízica.

Barrera, *et al.* (2014) informan que las micorrizas pueden ser consideradas como organismos formados por la raíz de una planta y el micelio de un hongo. Absorben nutrientes y agua y se extienden en el suelo proporcionando estos elementos a las plantas, a la vez que las protegen de algunas enfermedades.

Ruiz-Sánchez, *et al.* (2016) indican que la colonización micorrízica en plantas de arroz contribuye a su adaptación a condiciones de anaerobiosis y aerobiosis, así como a los cambios de una condición a la otra. También, detectaron la expresión de transportadores de fosfato y amonio considerados marcadores de la funcionalidad de la simbiosis, aun cuando los porcentajes de colonización micorrízica eran bajos (entre 8 y 25 %) dadas las condiciones de anaerobiosis. Estos resultados evidenciaron la funcionalidad de la simbiosis micorrízica, además de que la anaerobiosis entre otras causas, provocan bajos porcentajes de colonización y dificultan la señalización planta hongo.

De acuerdo a Aguilar-Ulloa, *et al.* (2016), en la actualidad, la necesidad de obtener cultivos con altos rendimientos y calidad en periodos cortos de tiempo ha llevado al empleo de prácticas agronómicas que dependen de productos agroquímicos. Sin embargo, estas prácticas pueden causar un impacto negativo sobre el medio y con ello la degradación de los recursos naturales, la erosión genética y la contaminación ambiental. Ante esta situación, la biotecnología agrícola se ha convertido en un campo importante de conocimiento científico y de nuevas tecnologías que tienen como finalidad principal reducir el uso de productos

químicos peligrosos y prácticas agrícolas que tengan efectos perjudiciales sobre el entorno, a la vez que se mantienen o aumentan los rendimientos.

Barrera, *et al.* (2014) manifiestan que las micorrizas vesículo-arbusculares constituyen el tipo más común de asociación micorrícica que son capaces de establecer simbiosis mutualísticas con las raíces de la mayoría de las especies agrícolas, formando parte del microcosmo biológico que reside en el suelo. En la interacción planta- microorganismo del suelo se consideran tres tipos de relación: patogenicidad, neutralidad y simbiosis. Los hongos formadores de micorrizas arbusculares y las rizobacterias o bacterias promotoras del crecimiento vegetal pertenecen a este último grupo.

Aguilar-Ulloa, *et al.* (2016) divulgan que los microorganismos del suelo desempeñan un papel importante en el contexto agrícola, debido a que contribuyen al funcionamiento de los ecosistemas terrestres, ya que permiten tanto la recuperación de suelos dañados como la sustitución parcial o total de los fertilizantes minerales; además de su bajo costo de producción y la posibilidad de ser producidos a partir de recursos renovables. Para estudiar las comunidades de organismos y ecosistemas se han desarrollado diversas investigaciones. Por ejemplo, los hongos son los organismos más estudiados debido a su papel como descomponedores primarios y su participación en los ciclos biogeoquímicos.

Rojas y Ortuño (2017) explican que para aumentar el rendimiento de los cultivos y lograr la subsistencia familiar, los agricultores utilizan una serie de insumos externos, tales como fertilizantes químicos y pesticidas, que aplicados en forma incorrecta y excesiva pueden ocasionar la contaminación de los suelos y las aguas subterráneas. Como respuesta a estos problemas, actualmente se investigan nuevas alternativas para aumentar la fertilidad del suelo y garantizar volúmenes de producción aceptables en cultivos de interés agrícola, a través de estrategias ecológicas.

Entre las alternativas propuestas se incluye el uso de biofertilizantes basados en interacciones biológicas beneficiosas y procesos naturales. Dentro de estas interacciones juegan un papel importante los microorganismos simbiotes del

suelo, como las micorrizas que inciden favorablemente en el desarrollo de la planta (Rojas y Ortuño, 2017).

Aguilar-Ulloa, *et al.* (2016) expresan que los hongos formadores de micorrizas son uno de los componentes principales de las comunidades microbianas rizosféricas que permiten establecer relaciones de simbiosis con alrededor del 90 % de las plantas vasculares. Son importantes principalmente para lograr una mayor absorción de nutrientes, niveles mayores en la producción de hormonas y clorofila, incremento en la vida útil de las raíces, tolerancia al estrés (abiótico y biótico), mejora de las condiciones del suelo y en el establecimiento de relaciones sinérgicas con otros microorganismos.

Por lo tanto, ha cobrado gran importancia el estudio de técnicas para aislar y evaluar el rendimiento de estos organismos con el fin de aplicarlos al suelo como biofertilizantes, ya que constituyen una alternativa para la solución de problemas de propagación, aclimatación y nutrición, al reducir los costos de producción y permitir sistemas más eficientes y sostenibles (Aguilar-Ulloa *et al.*, 2016).

Rojas y Ortuño (2017) señalan que la micorriza es la asociación entre la raíz de la mayoría de las plantas terrestres, tanto cultivadas como silvestres, y cierto tipo de hongos. Esta asociación es benéfica, tanto para el hongo, como para la planta. El hongo coloniza el interior de la raíz y, por medio de la red externa de hifas, sirve de puente para obtener nutrientes minerales y agua que no están al alcance del sistema radicular de la planta, mejorando así aspectos de desarrollo y crecimiento.

Para Latacela, *et al.* (2017) los hongos micorrízicos son especies con la capacidad de colonizar el exterior o interior de las raíces de absorción de plantas, para obtener compuestos orgánicos esenciales. Las micorrizas son capaces de absorber, acumular y transferir los principales macro y micro nutrientes, y el agua a la planta más rápidamente que las raíces sin micorrizas. Décadas de investigación muestran que las micorrizas incrementan la tolerancia de las plantas a la sequía, compactación, altas temperaturas del suelo, metales pesados, salinidad, toxinas orgánicas e inorgánicas y extremos de pH del suelo.



Aguilera, *et al.* (2017) consideran que en 1885, Frank propuso el término micorriza para describir un fenómeno común que observó en las raíces de ciertos árboles de los bosques templados de Norteamérica. Estos órganos eran diferentes morfológicamente de otras raíces cuando se encontraban asociadas a hongos del suelo; de ahí proviene su nombre latino que significa raíz fungosa. Inicialmente estas asociaciones entre hongos del suelo y las raíces de los árboles fueron las únicas que se reconocían como micorrizas, pero trabajos posteriores mostraron que existía una gran diversidad de asociaciones de este tipo, no sólo en plantas leñosas, sino en la mayoría de los vegetales.

En las simbiosis mutualistas de este tipo, los hongos se benefician con los nutrimentos sintetizados por la planta y a su vez acarrean minerales del suelo para cederlos a la raíz. Cuando se establece la interacción, los hongos por lo general modifican la morfología de la raíz, desarrollando nuevas estructuras que caracterizan a los diferentes tipos de micorrizas (Aguilera *et al.*, (2017).

Latacela, *et al.* (2017) mencionan que las micorrizas poseen características tanto químicas como físicas y a su vez biológicas que determinan la fertilización y conservación de los agro sistemas, la actividad de estos microorganismos influyen en la cinética que se lleva a cabo en los suelos cultivados como no cultivado tales como: la mineralización e inmovilización de nutrientes y su participación activa en el ciclo de los nutrientes del suelo.

Cuenca, *et al.* (2017) aclaran que actualmente son bien conocidos los efectos beneficiosos de las micorrizas arbusculares, los cuales comprenden la mayor absorción de elementos poco móviles en el suelo como el fósforo, cobre y zinc por parte de las plantas micorrizadas en comparación con las no micorrizadas. Además, gracias al uso más eficiente que hacen las plantas micorrizadas de los nutrientes del suelo, permiten ahorrar fertilizantes químicos y reducir por consiguiente los problemas de contaminación que el uso excesivo de fertilizantes conlleva.

Barrer (2014) sostiene que los hongos micorrízicos arbusculares son microorganismos del suelo que forman simbiosis con el 80 % de las plantas

terrestres, formando arbusculos, vesículas (en algunas especies) e hifas, dentro de las células corticales de las plantas que colonizan. Su distribución además de amplia, ya que se encuentran en todos los ecosistemas y suelos, puede ser muy heterogénea en un mismo sitio en cuanto a variedad y cantidad, lo que es un requisito importante para que la planta obtenga el máximo beneficio de la asociación.

Esta asociación simbiótica entre el hongo y la planta, actúa como un complemento de la raíz de la planta en la toma de nutrientes, especialmente en la absorción de P, aumento de la tolerancia a condiciones de stress abiótico, mejoramiento de la calidad del suelo, fijación de N<sub>2</sub> y aumento en la diversidad y productividad de las plantas en un ecosistema determinado (Barrer, 2014)

Carreón, *et al.* (2014) comentan que los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) son microorganismos del suelo que establecen una simbiosis mutualista con la mayoría de las plantas, formando una unión física entre el suelo y las raíces de éstas. Aproximadamente el 95% de las especies de plantas en el mundo se asocian a una familia característica de micorrizas y se benefician potencialmente de los hongos, mediante el suministro de nutrimentos. La simbiosis con micorrizas arbusculares se presenta en casi todos los tipos de hábitat, en donde interaccionan con otros organismos, algunos de ellos patógenos y también en suelos perturbados o contaminados con metales pesados.

Peña-Venegas, *et al.* (2016) afirman que las micorrizas arbusculares son la forma de micorriza mas ampliamente distribuida. De allí, la importancia de estudiarla con relación a diferentes factores que la pueden afectar. Factores como la acidez, y las concentraciones de materia orgánica, fósforo, nitrógeno, aluminio, cobre y zinc en el suelo, inciden sobre el buen establecimiento y desempeño de la simbiosis, lo cual se refleja en la capacidad de colonización de hospederos y la producción de esporas de los hongos.

Seguel (2014) define que la simbiosis micorrícica es la asociación hongo-planta más antigua y extendida del mundo, presente incluso en ecosistemas áridos,

degradados y/o alterados por la actividad humana, incluidos los suelos altamente contaminados con residuos industriales. Los hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) son hongos del suelo pertenecientes al *phylum Glomeromicota* que normalmente forman asociaciones mutualistas con las raíces de la mayoría de las plantas vasculares.

En esta asociación, denominada micorriza arbuscular (MA), el hongo coloniza de manera extra e intercelular el cortex de la raíz, desarrollando un intrincado micelio externo que rodea la raíz de las plantas colonizadas. Este micelio forma una conexión continua entre la solución del suelo y la planta, lo que permite la captación de iones desde el suelo y su transporte a la raíz del hospedero, lo que influye de manera activa la nutrición mineral. En sentido inverso, el HMA recibe compuestos carbonados provenientes de la fotosíntesis de la planta, necesarios para su metabolismo por tratarse de un simbionte obligado, que requiere de la interacción con la planta para completar su ciclo de vida (Seguel, 2014).

Ruiz, *et al.* (2015) reportan que las bases fundamentales sobre las que se establece la simbiosis micorrízica arbuscular son nutritivas. La planta suministra al hongo compuestos carbonados procedentes de la fotosíntesis, mientras que éste aporta a la planta nutrientes minerales, especialmente aquellos menos disponibles, en virtud de la mayor accesibilidad del micelio externo del hongo a recursos del suelo más distantes en el suelo.

Según Carreón, *et al.* (2014), se conoce que las plantas micorrizadas incrementan su fecundidad en comparación con las plantas no micorrizadas, por lo que la simbiosis MA cobra mayor interés, especialmente en la investigación agronómica. En los HMA el micelio incrementa el área de absorción de la raíz de la planta hasta en 100 veces y las plantas micorrizadas tienen así mayor contenido de macro y micro nutrientes. En general, las plantas micorrizadas presentan un incremento en las tasas fotosintéticas y mayor tolerancia a la sequía y salinidad. También es notorio que se incrementa la tolerancia de la raíz a patógenos y la captación de metales pesados en suelos contaminados.

Latacela, *et al.* (2017) determinan que los microorganismos benéficos están llegando a causar un juego fundamental en el suelo, entre estos se encuentran los microorganismos como: micorrizas arbusculares (MA), los microorganismos fijadores de nitrógeno y las rizobacterias causantes del crecimiento vegetal. Muchos proyectos han mostrado como influyen estos en el desarrollo, crecimiento y resistencia a enfermedades de la planta, sin embargo para sostener los sistemas de producción agrícola en el Ecuador es necesario conocer que los integran y pueden llevar a una alta productividad ya que esto se debe a la fertilidad de los suelos.

Con la utilización de las micorrizas como biofertilizantes no se suprime la aplicación de fertilizantes, sino que fertilizar se vuelve más eficiente y puede disminuirse la dosis a aplicar desde comúnmente 50-80 % y en ocasiones hasta un 100 %. Se plantea que de las cantidades de fertilizantes aplicadas, sólo se aprovecha un 20 %, y el resto normalmente se filtra o se lixivia sin remedio; con la aplicación de los hongos micorrízicos, se recupera un porcentaje mucho mayor; ya que las hifas del micelio pueden captar más nutrimentos hasta 40 veces mayor (Latacela et al., 2017).

Cuenca, *et al.* (2017) relatan que las micorrizas arbusculares (MA) son asociaciones ecológicamente mutualistas que se establecen entre un selecto grupo de hongos (Glomeromycota) y la gran mayoría de las plantas. Aproximadamente un 80% de las familias de plantas existentes tienen la potencialidad de formar este tipo de asociación. Las micorrizas arbusculares son el tipo de micorrizas que forman la mayoría de las plantas de interés agrícola. En dicha asociación, el hongo forma arbuscúlos que son las estructuras donde se realiza el intercambio de carbono y fósforo entre el hongo y la planta. Algunos hongos micorrízicos forman vesículas en el micelio interno, las cuales son estructuras de reserva del hongo.

Agroes (2014) expone que la importancia de las endomicorrizas o micorrizas arbusculares es grande debido a diversos beneficios sobre las plantas, como los siguientes:

- Incrementos en la absorción de nutrimentos en el suelo.
- Su influencia sobre las relaciones hídricas.

- Protección contra agentes patógenos.
- Importante papel ecológico que estas asociaciones parecen jugar en la sucesión de especies en las comunidades vegetales naturales.

Lozano, *et al.* (2015) aseguran que las investigaciones sobre el papel de las micorrizas en la calidad del suelo y en la agricultura sostenible se han enfocado, principalmente, en suelos de las zonas templadas. Sin embargo, dado que el funcionamiento de la asociación micorrícica depende de la interacción entre planta-hongo y el ambiente abiótico es, por tanto, necesario evaluar el rol que desempeñan las micorrizas en la fertilidad de los suelos tropicales, ya que existen diferencias entre las zonas templadas y tropicales. La agricultura en las regiones templadas se caracteriza por condiciones de exceso, mientras que en el trópico por condiciones de acceso, en especial con el macronutriente fósforo el cual algunos hongos formadores de micorrizas solubilizan y aportan a las plantas.

FENECSA (2018) publica que Micor 9 es un concentrado de Endo y Ectomicorrizas. Por cada litro de producto, tiene una concentración mínima garantizada de 8 x 10 colonias) de Endomicorrizas y 7 x 10 otro de los mecanismos con los cuales las micorrizas ayudan al control de enfermedades radiculares. Las micorrizas alimentan la red trófica d principalmente por lombrices, insectos y por otros Micor 9 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.).

El resultado de la inoculación con micorrizas depende según la especie de planta y característica del suelo. MICOR 9 coloniza el cortex de la raíz y desarrollan una matriz de micelio que se extiende en el suelo y puede incrementar hasta cien veces el área de absorción de las raíces (FENECSA, 2018).

CRYSTAL CHEMICAL (2018) estima que Glumix, biofortificante, micorrizas es un polvo y granulado. Inoculante y mejorador de suelos, formulado con esporas de *Glomus geosporum*, *G. fasciculatum*, *G. constrictum*, *G. tortuosum*, *G. intraradices*, cepas seleccionadas de hongos micorrícicos vesículo arbusculares

(VAM). Aumenta la eficiencia en la asimilación de Fósforo y otros nutrientes, además de proporcionar resistencia a las plantas, contiene elementos retenidos en una arcilla montmorillonita de alta capacidad de intercambiar nutrientes de carga positiva, es decir de intercambio catiónico.

El mecanismo de acción de Glumix está determinado por la arcilla que contiene. La arcilla no es solo el vehículo de los nutrientes sino también es medio que permite el intercambio de los nutrientes retenidos en ella y las raíces de las plantas. La arcilla es un coloide, esto es una partícula mineral extremadamente pequeña y es la responsable de la reactividad química de los suelos. Además según su origen tendrán una capacidad electroquímica (CRYSTAL CHEMICAL, 2018).

CRYSTAL CHEMICAL (2018) argumenta que los beneficios de Glumix son:

- Favorece la asimilación de Fósforo para las plantas.
- Solubiliza y pone disponible el fósforo existente en el suelo.
- Proporciona resistencia a las plantas bajo condiciones de estrés por sequía, salinidad, heladas y exceso de lluvias.
- Mayor tolerancia a enfermedades.
- Incrementa la cosecha y la calidad de esta.
- Fortalece a las plantas.
- Mejora la estructura química y física del suelo.
- Recupera suelos agotados por cultivos intensos.

Biogreen (2018) apunta que Biofung, producto es de acción rápida por su formulación, a pesar de ser orgánico, imprimiendo beneficios en las plantas muy rápidamente. Por consistir de cepas vivas y esporas encapsuladas permite una protección de largo plazo, teniendo que aplicar nuevamente cuando la población de hongos y bacterias patógenas vuelva a amenazar el cultivo. Su composición permite una translocación a distintos sitios próximos de las plantas, protegiendo sectores enteros. Su aspersión no necesita llegar a todos los lugares de las plantas, lo cual presenta una gran ventaja, ya que poco a poco puebla un sector.

El producto actúa por acción directa y por exclusión. Forma una capa

protectora revistiendo la dermis de tallos, hojas y raíces a ser tratadas. Este revestimiento impide muy eficientemente el ataque de hongos y bacterias patógenas. Por ende la protección es de largo plazo. El producto a nivel radicular produce un efecto muy similar al de las micorrizas, potencializando ampliamente la absorción de elementos esenciales, formando virtualmente una red amplia postiza de raíces (Biogreen, 2018).

FERBIOHUX (2018) refiere que Huxtable es un inoculante ecuatoriano que lo fabrica y comercializa la empresa Ferbiohux sus tres diferentes establecimientos, uno de los cuales se encuentra en San Lorenzo-Esmeraldas. Este producto posee micorrizas arbusculares de los géneros *Glomus etunicatum*, *Glomus intraradices*, *Glomus losciculatum* y garantiza una infección del 50 %.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación y descripción de sitio experimental

El presente trabajo experimental se realizó en los terrenos de propiedad del Sr. Alejandro Ramos Elizondo, en el Rcto. Bella Unión, ubicada en la parroquia Pimicha del cantón Babahoyo, entre las coordenadas geográficas UTM 656209,5 de Latitud Sur y 9795063,6 de Longitud Oeste, con una altura de 8 msmn<sup>2</sup>.

La zona, tiene un clima tropical, con una temperatura inedia anual de 25,6 °C, precipitación anual 1.730 mm, humedad relativa de 82 %<sup>3</sup>.

El suelo es de origen aluvial, topografía plana, textura franco arcillosa, drenaje y fertilidad regular.

#### 3.2. Material genético

Se empleó la semilla de arroz variedad Iniap “16”, obtenida del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, cuyas características son<sup>4</sup>:

Descripción	Características
Rendimiento	5 a 9 t/ha en riego 4,3 a t/ha en seco
Ciclo vegetativo	117 a 140 t/ha días en riego 106 a 120 días en seco
Altura de planta	83 a 117 cm en riego 93 a 109 cm en seco
Panículas/planta	14 a 25
Granos llenos/panícula	145

<sup>2</sup> Datos obtenidos de la Aapligacion UTMGEOMAP. Disponible en [https://play.google.com/store/apps/details?id=info.yogantara.utmgeomap&hl=es\\_EC](https://play.google.com/store/apps/details?id=info.yogantara.utmgeomap&hl=es_EC)

<sup>3</sup> Datos obtenidos de la Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo. 2017.

<sup>4</sup> Boletín Técnico. 2017. INIAP Variedad I-16. Disponible en <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/INIAP%2016.%20Nueva%20variedad%20de%20arroz%20de%20alto%20rendimiento%20y%20buena%20calidad%20de%20grano..pdf>



Peso de 1000granos (g)	27
Longitud del grano	7,7 mm
Acame de planta	Resistente
<i>Tagasodes oryzicolus</i>	Resistente
<i>Pyricularia grisea</i>	Resistente
Hoja blanca	M. resistente
Latencia en semanas	7 a 8

### 3.3. Factores estudiados

Variable dependiente: comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo del arroz.

Variable independiente: dosis de producto a base de hongos micorrízicos arbusculares.

### 3.4. Métodos

Se utilizarán los métodos inductivo - deductivo, deductivo - inductivo y experimental.

### 3.5. Tratamientos

Los tratamientos estuvieron constituidos por la aplicación de cuatro productos más un testigo absoluto, tal como se describe a continuación:

Cuadro 1. Tratamientos a estudiarse en el ensayo: "Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz". FACIAG, UTB. 2019

Tratamientos		
Nº	Productos	Dosis/ha
T1	Micor 9	1,0 L
T2	Glumix	20,0 kg
T3	Huxtable	3,0 kg
T4	Biofung	1,0 L
T5	Testigo	0

### 3.6. Diseño experimental

De acuerdo con los tratamientos planteados en la presente trabajo experimental se utilizó el diseño experimental "Bloques al azar" con 5 tratamientos y 4 repeticiones.

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

### 3.7. Análisis de varianza

El análisis de varianza se desarrolló bajo el siguiente esquema:

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	: 4
Repetición	: 3
Error experimental	: 12
Total	: 19

#### 3.7.1. Características del área experimental

Descripción	Dimensión
Ancho de parcela	: 6,0 m
Longitud de parcela	: 5,0 m
Área de la parcela	: 30,0 m <sup>2</sup>
Área total del experimento	: 690 m <sup>2</sup>

### 3.8. Manejo del ensayo

Se efectuaron todas las labores que requiere el cultivo de arroz para su normal desarrollo.

### **3.8.1. Preparación del terreno**

La preparación del suelo se realizó mediante dos pases de arado y dos de rastra, para dejar el suelo en condición óptima de siembra.

### **3.8.2. Siembra**

La siembra se realizó por trasplante, a distancia de 0,25 x 0,25 m entre plantas e hileras.

### **3.8.3. Fertilización**

La fertilización se realizó de acuerdo a los tratamientos establecidos con producto a base de hongos micorrízicos arbusculares, inoculados a la semilla al momento de efectuar el semillero y posteriormente al momento del trasplante en raíces incorporado con el fósforo y potasio.

La fertilización base se efectuó con Nitrógeno, Fósforo y Potasio, utilizando como fuente Urea (46 % de N), DAP (18 % de N - 46 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y Muriato de Potasio (60 % de K<sub>2</sub>O) en dosis de 100 - 60 - 90 kg/ha. El nitrógeno se aplicó al voleo, fraccionado en partes iguales a los 20 - 35 - 50 días después del trasplante; mientras que el fósforo y potasio al momento del trasplante de manera dirigida.

### **3.8.4. Riego**

El cultivo se estableció bajo condiciones de riego hasta capacidad de campo, para evaluar el efecto de los hongos micorrízicos arbusculares.

### **3.8.5. Control de malezas**

Se realizó a los diez días después del trasplante aplicando *Propanil* en dosis de 3,0 L/ha. Posteriormente se utilizó *Pyrazosulfuron- Ethyl* en dosis de 300 g/ha a los 30 días después de la siembra.

### **3.8.6. Control de insectos- plagas**

Se realizaron monitoreos constantes y se aplicó Clorpirifos en dosis de 750 cc/ha, a los 15 días después de la siembra de manera preventiva.

### **3.8.7. Cosecha**

Se realizó en forma manual, cuando el cultivo alcanzó la madurez fisiológica en los diferentes tratamientos

## **3.9. Datos evaluados**

Para determinar los resultados se evaluaron los datos siguientes:

### **3.9.1. Porcentaje de colonización**

Esta variable se determinó en cinco plantas al azar de cada parcela experimental y estuvo definido con el crecimiento de la planta micorrizada contra plantas no micorrizadas a determinado proceso de inoculación, para el efecto se utilizó la siguiente fórmula<sup>5</sup>:

$$DM = (M - NM) / NM \times 100$$

DM: Porcentaje de colonización

M: Crecimiento de la planta de arroz tratada

NM: Crecimiento de la planta no tratada

### **3.9.2. Conteo de esporas**

Para la determinación de la población de esporas micorrízicas de suelo, se empleó el método de “tamizado en húmedo y decantación” de Gerdemann y

---

<sup>5</sup>Bagyaraj, J. y Stürmer, S. 2004. Hongos micorrizógenos arbusculares (HMA). Disponible en <http://www.publicaciones.inecc.gob.mx/libros/667/cap7.pdf>

Nicolson (1963)<sup>6</sup>, se expresó en g/100 gss (gramos de suelo seco). El método se detalla a continuación:

1. Se tomó una muestra de un kilogramo de suelo de los sitios de muestreo. Se secó a 17 °C durante 5 días.
2. Se tamizó el suelo para liberar materiales extraños (piedras, arenas), se mezcló y se tomó 50 g de suelo.
3. En 500 ml de agua corriente se licuó el suelo por espacio de 5 segundos y se dejó reposar por 30 segundos, repitiendo la operación 3 veces.
4. Se pasó esta suspensión a través de tres tamices en serie de 0,425; 0,25 y 0,045 mm. En este último se recogió el suelo limoso, mediante un chorro de agua que pasa el papel de filtro.
5. De la cantidad de suelo obtenido se tomó un gramo de suelo el cual se repartió en 4 tubos de ensayo, se adicionó 300 ml de agua destilada y se centrifugó a 250 revoluciones por minuto durante 5 minutos.
6. La suspensión se pasó por un papel filtro y se observaron en el estereoscopio para realizar la respectiva lectura.

### **3.9.3. Densidad de endófito**

Para determinar el nivel de endófito se utilizó una escala de 0 a 5, según la metodología de Herrera (1993), donde:

Categoría 1, para raíces con pequeños arbusculos (1-30 %) y puntos de colonización ampliamente separados.

Categoría 2, para colonizaciones mayores (30-45 %) más uniformemente distribuidas en la raíz, pero poco arbusculos y vesículas.

Categoría 3, cuando las raíces son abundantes y uniformemente colonizadas (50-75 %) con arbusculos o vesículas.

Categoría 4, cuando las raíces son muy abundantes y colonizadas casi totalmente (75-95 %), con arbusculos y vesículas.

---

<sup>6</sup> CIAT. 1983. Manual de Métodos para la Investigación de la Micorriza Vesículo - Arbuscular en el Laboratorio. Proyecto Micorriza. Disponible en [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat\\_digital/CIAT/books/historical/198.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat_digital/CIAT/books/historical/198.pdf)

Categoría 5, cuando las raíces son muy abundantes y totalmente colonizadas (100 %) de arbuscúlos y vesículas.

#### **3.9.4. Días a floración**

Se identificaron los días a floración de acuerdo a los días desde la siembra hasta cuando el 50 % de las plantas de cada población mostraron sus respectivas panículas fuera de la vaina.

#### **3.9.5. Altura de planta**

Al momento de la cosecha, se midió desde la superficie del suelo hasta el ápice de la panícula más sobresaliente, excluyendo las aristas. Esto se realizó en diez plantas al azar, en cada parcela y su resultado se expresó en centímetros.

#### **3.9.6. Longitud de raíz**

Se tomó al momento que la planta esté lista para la cosecha, midiendo desde el cuello de raíz hasta la punta de la raíz y fué expresado en cm.

#### **3.9.7. Longitud de panícula**

Se determinó midiendo la distancia comprendida entre el nudo ciliar y el ápice de la panícula, excluyendo las aristas en cada individuo.

#### **3.9.8. Número de macollos/m<sup>2</sup>**

En cada parcela experimental dentro del área útil, se lanzó un marco de madera de un 1,0 m<sup>2</sup>, donde se contabilizaron el número de macollos existentes.

#### **3.9.9. Número de panículas/m<sup>2</sup>**

Se lo realizó en el mismo metro cuadrado que se evaluó el número de macollos, contabilizando el número de panículas en las mismas plantas que se

evaluó los macollos.

### **3.9.10. Número de granos por panículas**

Se determinó el número de granos en 10 panículas y se promedió su resultado por parcela experimental

### **3.9.11. Peso de 1000 semillas**

Se tomó al azar 1000 semillas por tratamiento al 14 % de humedad y se pesó en una balanza de precisión. El valor se expresó en gramos.

### **3.9.12. Rendimiento por hectárea**

Estuvo determinado por el peso de los granos provenientes del área útil por cada parcela experimental. El peso se ajustó al 14 % de humedad y se transformó a tonelada por hectárea. Para uniformizar los pesos se empleó la fórmula siguiente<sup>7</sup>:

$$P_u = \frac{P_a (100 - h_a)}{(100 - h_d)}$$

P<sub>u</sub>=peso uniformizado

P<sub>a</sub>= peso actual

h<sub>a</sub>= humedad actual

h<sub>d</sub>= humedad deseada

### **3.9.13. Análisis económico**

Se consideró los ingresos y egresos, para luego calcular la utilidad o beneficio neto, por cada tratamiento.

---

<sup>7</sup> Arboleda, M. 2016. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Porcentaje de colonización

Los promedios de porcentaje de colonización se observan en el Cuadro 2. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 1,98 %.

El mayor porcentaje de colonización fue para el tratamiento que se aplicó Glumix en dosis de 20,0 kg/ha con 67,5 %, estadísticamente superior a los demás tratamientos, cuyo menor promedio fue para el testigo absoluto con 11,8 %.

Cuadro 2. Porcentaje de colonización, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019

Tratamientos			Porcentaje de colonización
Nº	Productos	Dosis/ha	
T1	Micor 9	1,0 L	37,9 d
T2	Glumix	20,0 kg	67,5 a
T3	Huxtable	3,0 kg	55,2 b
T4	Biofung	1,0 L	43,7 c
T5	Testigo	0	11,8 e
Promedio general			43,2
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			1,98

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

Ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo



## 4.2. Conteo de esporas

En lo que refiere al conteo de esporas, el andeva reportó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 1,18 % (Cuadro 3).

El mayor promedio (158,3 esporas) fue para el uso de Glumix en dosis de 20,0 kg/ha, estadísticamente superior al resto de tratamientos, siendo el testigo absoluto, que registró menor promedio (110,4 esporas).

Cuadro 3. Conteo de esporas, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019

Tratamientos			Conteo de esporas
Nº	Productos	Dosis/ha	
T1	Micor 9	1,0 L	128,6 d
T2	Glumix	20,0 kg	158,3 a
T3	Huxtable	3,0 kg	146,1 b
T4	Biofung	1,0 L	135,7 c
T5	Testigo	0	110,4 e
Promedio general			135,8
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			1,18

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

Ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

### 4.3. Densidad de endófito

En la variable densidad del endófito, el andeva reportó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 1,38 % (Cuadro 4).

El tratamiento que se utilizó Glumix en dosis de 20,0 kg/ha, reportó el mayor promedio con 3,25; superiores estadísticamente al resto de tratamientos, siendo el menor valor para el testigo absoluto, con 2,53.

Cuadro 4. Densidad del endófito, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019

Tratamientos			Densidad del endófito
Nº	Productos	Dosis/ha	
T1	Micor 9	1,0 L	2,90 c
T2	Glumix	20,0 kg	3,25 a
T3	Huxtable	3,0 kg	3,11 b
T4	Biofung	1,0 L	3,04 b
T5	Testigo	0	2,53 d
Promedio general			2,96
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			1,38

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

Ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.4. Días a floración

En el Cuadro 5 se registran los promedios de días a floración. El análisis de varianza no detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 3,53 %.

El tratamiento testigo tardó en florecer con 73 días, mientras que el uso de Glumix en dosis de 20,0 kg/ha floreció a los 68 días.

Cuadro 5. Días a floración, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019

Tratamientos			Días a floración
Nº	Productos	Dosis/ha	
T1	Micor 9	1,0 L	70
T2	Glumix	20,0 kg	68
T3	Huxtable	3,0 kg	69
T4	Biofung	1,0 L	69
T5	Testigo	0	73
Promedio general			70
Significancia estadística			ns
Coeficiente de variación (%)			3,53

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

Ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.5. Altura de planta

Los promedios de altura de planta se observan en el Cuadro 6. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 1,41 %.

La mayor altura de planta fue para el tratamiento que se aplicó Glumix en dosis de 20,0 kg/ha con 108,9 cm, estadísticamente igual a los tratamientos con Huxtable en dosis de 3,0 kg/ha; Biofung en dosis de 1,0 L/ha y superiores estadísticamente al resto de tratamientos. El menor promedio fue para el testigo absoluto con 96,7 cm.

Cuadro 6. Altura de planta, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019

Tratamientos			Altura de planta
Nº	Productos	Dosis/ha	
T1	Micor 9	1,0 L	103,4 b
T2	Glumix	20,0 kg	108,9 a
T3	Huxtable	3,0 kg	107,1 a
T4	Biofung	1,0 L	106,4 ab
T5	Testigo	0	96,7 c
Promedio general			104,5
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			1,41

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

Ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.6. Longitud de raíz

En lo que refiere a longitud de raíz, el andeva reportó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 2,10 % (Cuadro 7).

La mayor longitud de raíz (33,4 cm) fue para el uso de Glumix en dosis de 20,0 kg/ha, estadísticamente igual a los tratamientos con Micor 9 en dosis de 1,0 L/ha; Huxtable en dosis de 3,0 kg/ha; Biofung en dosis de 1,0 L/ha y superiores estadísticamente al testigo absoluto, que registró el menor promedio (30,8 cm).

Cuadro 7. Longitud de raíz, en el ensayo: "Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz". FACIAG, UTB. 2019

Tratamientos			Longitud de raíz
Nº	Productos	Dosis/ha	
T1	Micor 9	1,0 L	32,7 a
T2	Glumix	20,0 kg	33,4 a
T3	Huxtable	3,0 kg	33,0 a
T4	Biofung	1,0 L	33,0 a
T5	Testigo	0	30,8 b
Promedio general			32,6
Significancia estadística			*
Coeficiente de variación (%)			2,10

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

Ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.7. Longitud de panícula

El análisis de varianza en la variable longitud de panícula alcanzó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 3,24 %, según se observa en el Cuadro 8.

El uso de Glumix en dosis de 20,0 kg/ha superó los valores con 26,5 cm, estadísticamente igual a los tratamientos con Huxtable en dosis de 3,0 kg/ha; Biofung en dosis de 1,0 L/ha y superiores estadísticamente a los demás tratamientos. El menor promedio fue para el testigo absoluto con 23,2 cm.

Cuadro 8. Longitud de panícula, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019

Tratamientos			Longitud de panícula
Nº	Productos	Dosis/ha	
T1	Micor 9	1,0 L	24,6 bc
T2	Glumix	20,0 kg	26,5 a
T3	Huxtable	3,0 kg	25,8 ab
T4	Biofung	1,0 L	24,9 abc
T5	Testigo	0	23,2 c
Promedio general			25,0
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			3,24

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

Ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.8. Número de macollos/m<sup>2</sup>

En la variable número de macollos/m<sup>2</sup>, el andeva reportó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 2,58 % (Cuadro 9).

El tratamiento que se utilizó Glumix en dosis de 20,0 kg/ha, reportó el mayor promedio con 509 macollos/m<sup>2</sup>, estadísticamente igual a los tratamientos con Huxtable en dosis de 3,0 kg/ha y superiores estadísticamente al resto de tratamientos, siendo el menor valor para el testigo absoluto, con 412 macollos/m<sup>2</sup>.

Cuadro 9. Número de macollos/m<sup>2</sup>, en el ensayo: "Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz". FACIAG, UTB. 2019

Tratamientos			Número de macollos/m <sup>2</sup>
Nº	Productos	Dosis/ha	
T1	Micor 9	1,0 L	449 c
T2	Glumix	20,0 kg	509 a
T3	Huxtable	3,0 kg	489 ab
T4	Biofung	1,0 L	476 bc
T5	Testigo	0	412 d
Promedio general			467
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			2,58

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

Ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.9. Número de panículas/m<sup>2</sup>

Los promedios de número de panículas/m<sup>2</sup> se observan en el Cuadro 10. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 4,67 %.

El mayor promedio fue para el tratamiento que se aplicó Glumix en dosis de 20,0 kg/ha con 451 número de panículas/m<sup>2</sup>, estadísticamente igual a los tratamientos con Huxtable en dosis de 3,0 kg/ha y superiores estadísticamente al resto de tratamientos. El menor promedio fue para el testigo absoluto con 326 número de panículas/m<sup>2</sup>.

Cuadro 10. Número de panículas/m<sup>2</sup>, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019

Tratamientos			Número de panículas/m <sup>2</sup>
Nº	Productos	Dosis/ha	
T1	Micor 9	1,0 L	350 cd
T2	Glumix	20,0 kg	451 a
T3	Huxtable	3,0 kg	413 ab
T4	Biofung	1,0 L	386 bc
T5	Testigo	0	326 d
Promedio general			385
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			4,67

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

Ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo



#### 4.10. Número de granos por panículas

En lo que refiere a número de granos por panículas, el andeva reportó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 2,06 % (Cuadro 11).

El mayor número de granos por panículas (165) fue para el uso de Glumix en dosis de 20,0 kg/ha, estadísticamente superior a los demás tratamientos, presentando el testigo absoluto el menor promedio (129 granos por panículas).

Cuadro 11. Número de granos por panículas, en el ensayo: "Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz". FACIAG, UTB. 2019

Tratamientos			Número de granos por panículas
Nº	Productos	Dosis/ha	
T1	Micor 9	1,0 L	140 c
T2	Glumix	20,0 kg	165 a
T3	Huxtable	3,0 kg	152 b
T4	Biofung	1,0 L	148 b
T5	Testigo	0	129 d
Promedio general			147
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			2,06

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

Ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.11. Peso de 1000 semillas

En la variable peso de 1000 semillas, el andeva reportó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 3,58 % (Cuadro 12).

El tratamiento que se utilizó Glumix en dosis de 20,0 kg/ha, reportó el mayor promedio con 26,1 g, estadísticamente igual al tratamiento que se utilizó Huxtable en dosis de 3,0 kg/ha y superiores estadísticamente al resto de tratamientos, siendo el menor valor para el testigo absoluto, con 20,4 g.

Cuadro 12. Peso de 1000 semillas, en el ensayo: "Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz". FACIAG, UTB. 2019

Tratamientos			Peso de 1000
Nº	Productos	Dosis/ha	semillas
T1	Micor 9	1,0 L	21,7 b
T2	Glumix	20,0 kg	26,1 a
T3	Huxtable	3,0 kg	25,3 a
T4	Biofung	1,0 L	22,1 b
T5	Testigo	0	20,4 b
Promedio general			23,1
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			3,58

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

Ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.12. Rendimiento por hectárea

En el Cuadro 13, se observa los promedios de la variable rendimiento en kg/ha. El análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 6,77 %.

El uso de Glumix en dosis de 20,0 kg/ha superó los promedios con 4973,8 kg/ha, estadísticamente igual a los tratamientos con Huxtable en dosis de 3,0 kg/ha; Biofung en dosis de 1,0 L/ha y superiores estadísticamente a los demás tratamientos. El menor promedio fue para el testigo absoluto con 3736,0 kg/ha.

Cuadro 13. Rendimiento (kg/ha), en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019

Tratamientos			Rendimiento
Nº	Productos	Dosis/ha	(kg/ha)
T1	Micor 9	1,0 L	4084,6 bc
T2	Glumix	20,0 kg	4973,8 a
T3	Huxtable	3,0 kg	4452,3 ab
T4	Biofung	1,0 L	4427,0 ab
T5	Testigo	0	3736,0 c
Promedio general			4334,8
Significancia estadística			**
Coeficiente de variación (%)			6,77

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

Ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.13. Análisis económico

En el Cuadro 14 se observa el costo fijo de \$ 826,65, mientras que en el análisis económico (Cuadro 15) todos los tratamientos fueron rentables, destacándose la aplicación de Glumix en dosis de 20,0 kg/ha con mayor beneficio neto de \$ 462,46.

Cuadro 14. Costos fijos/ha, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Alquiler de terreno	ha	1	250,00	250,00
Siembra				
Semilla	sacos	2	85,00	170,00
Mano de obra para lechugin	jornales	2	12,00	24,00
Mano de obra para el trasplante	jornales	4	12,00	48,00
Preparación de suelo				
Arada y rastra	u	4	25,00	100,00
Control de malezas				
Propanil	L	3	11,20	33,60
Siperus 100 wp	funda	1	8,90	8,90
Mano de obra	jornales	6	12,00	72,00
Control fitosanitario				
Clorpirifos	L	0,75	12,00	9,00
Mano de obra	jornales	3	12,00	36,00
Fertilización				
Urea	sacos	4,3	21,50	93,31
DAP	sacos	2,6	29,75	77,35
Muriato de potasio	sacos	3	20,50	61,50
Mano de obra	jornales	12	12,00	144,00
Riego	u	5	3,50	17,50
Sub Total				751,50
Administración (10 %)				75,15
Total Costo Fijo				826,65

Cuadro 15. Análisis económico/ha, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019

Tratamientos			Costo de producción (USD)								Beneficio neto (USD)
			Rend. kg/ha	Sacos 210 lb	Valor de producción (USD)	Variables				Total	
Nº	Productos	Dosis/ha				Fijos	Productos	Jornales para tratamientos	Cosecha + Transporte		
T1	Micor 9	1,0 L	4084,6	42,8	1369,4	826,65	12,50	48,00	149,78	1036,93	332,47
T2	Glumix	20,0 kg	4973,8	52,1	1667,5	826,65	74,00	48,00	182,38	1131,03	536,47
T3	Huxtable	3,0 kg	4452,3	46,6	1492,7	826,65	35,40	48,00	163,26	1073,31	419,39
T4	Biofung	1,0 L	4427,0	46,4	1484,2	826,65	13,00	48,00	162,33	1049,98	434,22
T5	Testigo	0	3736,0	39,1	1252,5	826,65	0,00	0,00	136,99	963,64	288,87

Micor 9 = \$ 12,50 (L)

Glumix = \$ 74 (saco 20 kg)

Huxtable = \$ 11,80 (kg)

Biofung = \$ 13,0 (L)

Jornal = \$ 12,00

Costo saco = \$ 32 (210 lb)

Cosecha + transporte = \$ 3,50



## V. CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos se concluye:

- Los hongos micorrízicos arbusculares favorecieron en el desarrollo y nutrición de plantas de arroz, variedad Iniap "16".
- El mayor porcentaje de colonización, conteo de esporas y densidad del endófito lo obtuvo el tratamiento que se utilizó Glumix en dosis de 20 kg/ha.
- El tratamiento testigo tardó en florecer.
- La altura de planta, longitud de raíz y de panícula, número de macollos y panículas/m<sup>2</sup>, granos por panículas y peso de 1000 semillas sobresalió con la aplicación de Glumix en dosis de 20 kg/ha.
- El mayor rendimiento del cultivo con 4973,8 kg/ha y beneficio neto de \$ 462,46 se registró con el uso de Glumix en dosis de 20 kg/ha.

## VI. RECOMENDACIONES

Por lo expuesto anteriormente se recomienda:

- Utilizar Glumix en dosis de 20 kg/ha como hongo micorrízicos arbusculares para el desarrollo y nutrición de plantas de arroz, variedad Iniap “16”, por presentar mayor beneficio neto.
- Promover el uso de hongos micorrízicos arbusculares en el cultivo de arroz, bajo condiciones de riego a capacidad de campo.
- Efectuar el mismo ensayo en otra localidad y bajo otras condiciones agroecológicas y comparar los resultados.
- Realizar nuevos ensayos a base de micorrizas arbusculares a determinadas dosis de fosforo (P)



## VII. RESUMEN

El presente trabajo experimental se realizó en los terrenos de propiedad del Sr. Alejandro Ramos Elizondo, en el Rcto. Bella Unión, ubicada en la parroquia Pimicha del cantón Babahoyo, entre las coordenadas geográficas UTM 656209,5 de Latitud Sur y 9795063,6 de Longitud Oeste, con una altura de 8 msmn. La zona, tiene un clima tropical, con una temperatura inedia anual de 25,6 °C, precipitación anual 1.730 mm, humedad relativa de 82 %. El suelo es de origen aluvial, topografía plana, textura franco arcillosa, drenaje y fertilidad regular. Como material genético se empleó la semilla de arroz variedad Iniap "16". Los tratamientos estuvieron constituidos por la aplicación de cuatro productos Micor 9 (dosis de 1,0 L/ha), Glumix (20 kg/ha), Huxtable (3,0 kg/ha), Biofung (1,0 L/ha) más un testigo absoluto. Se utilizó el diseño experimental "Bloques al azar" con 5 tratamientos y 4 repeticiones, las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de variancia y para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad. Se efectuaron todas las labores que requiere el cultivo de arroz para su normal desarrollo, tales como preparación del terreno, siembra, fertilización, riego, control de malezas, control de insectos-plagas y cosecha. Por los resultados obtenidos se determinó que los hongos micorrízicos arbusculares favorecieron en el desarrollo y nutrición de plantas de arroz, variedad Iniap "16"; el porcentaje de colonización, conteo de esporas y densidad del endófito lo obtuvo el tratamiento que se utilizó Glumix en dosis de 20 kg/ha; el tratamiento testigo tardó en florecer; la altura de planta, longitud de raíz y de panícula, número de macollos y panículas/m<sup>2</sup>, granos por panículas y peso de 1000 semillas sobresalió con la aplicación de Glumix en dosis de 20 kg/ha y el mayor rendimiento del cultivo con 4973,8 kg/ha y beneficio neto de \$ 462,46 se registró con el uso de Glumix en dosis de 20 kg/ha.

Palabras claves: arroz, micorriza arbuscular, rendimiento.

## VIII. SUMMARY

The present experimental work was carried out in the lands owned by Mr. Alejandro Ramos Elizondo, in the Rcto. Bella Unión, located in the Pimicha parish of the Babahoyo canton, between the geographic coordinates UTM 656209,5 of South Latitude and 9795063.6 of West Longitude, with a height of 8 msnm. The area has a tropical climate, with an average annual temperature of 25.6 ° C, annual precipitation 1,730 mm, relative humidity of 82%. The soil is of alluvial origin, flat topography, clay loam texture, drainage and regular fertility. The rice seed variety Iniap "16" was used as genetic material. The treatments were constituted by the application of four products Micor 9 (dose of 1.0 L / ha), Glumix (20 kg / ha), Huxtable (3.0 kg / ha), Biofung (1.0 L / ha) more an absolute witness. The experimental design "Random blocks" with 5 treatments and 4 repetitions was used, the variables evaluated were subjected to the analysis of variance and to determine the statistical difference between the means of the treatments, the Tukey test was applied at 95% probability . All the tasks required for rice cultivation were carried out for normal development, such as land preparation, planting, fertilization, irrigation, weed control, insect and pest control and harvesting. Based on the results obtained, it was determined that arbuscular mycorrhizal fungi favored the development and nutrition of rice plants, variety Iniap "16"; the percentage of colonization, spore count and endophyte density was obtained by the treatment that Glumix was used in a dose of 20 kg / ha; the control treatment took time to flower; plant height, root and panicle length, number of tillers and panicles / m<sup>2</sup>, grains per panicles and weight of 1000 seeds stood out with the application of Glumix in a dose of 20 kg / ha and the highest yield of the crop with 4973, 8 kg / ha and net profit of \$ 462.46 was recorded with the use of Glumix in a dose of 20 kg / ha.

Keywords: rice, arbuscular mycorrhizal, yield.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Agroes. 2014. Micorrizas Arbusculares o Endomicorrizas. Disponible en <http://www.agroes.es/agricultura/control-de-plagas-enfermedades/bioproductos-eco-para-enfermedades/1133-micorrizas-arbusculares-o-endomicorrizas>
- Aguilar-Ulloa, W; Arce-Acuña, P; Galiano-Murillo, F; Torres-Cruz, T. 2016. Aislamiento de esporas y evaluación de métodos de inoculación en la producción de micorrizas en cultivos trampa. Tecnología en Marcha. Edición Especial Biocontrol. Pág 5-14
- Aguilera, L., Olalde, V., Arriaga, R., Contreras, R. 2017. Micorrizas arbusculares Ciencia Ergo Sum, vol. 14, núm. 3, noviembre-febrero. Universidad Autónoma del Estado de México Toluca, México. pp. 300-306
- Barrer, S. 2014. El uso de hongos micorrizicos arbusculares como una alternativa para la agricultura. Facultad de Ciencias Agropecuarias 124 Vol 7 No. 1
- Barrera, J., Oviedo, L., Barraza, F. 2014. Evaluación de micorrizas nativas en plantas, en fase de vivero. Acta agronómica, 6 (4) 2014. P 315-324.
- Biogreen. 2018. Producto Biofung. Disponible en <http://www.biogreenecuador.com/bg/index.php/es/productos/beneficos/biofung/>
- Carreón, Y., Gómez, N., Martínez, M. 2014. Las micorrizas arbusculares en la protección vegetal. Publicado por la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Impreso en Morelia, Michoacán, México. BIOLÓGICAS, No. 10, pp. 60-70,

CRYSTAL CHEMICAL. 2018. Producto Glumix. Disponible en <https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/productos/GLUMIX-20160808-113614.pdf>

Cuenca, G., Cáceres, A., Oirdobro, G., Hasmy, Z., Urdaneta, C. 2017. Las micorrizas arbusculares como alternativa para una agricultura sustentable en áreas tropicales. Interciencia. *Versión impresa* ISSN 0378-1844. INCI v.32 n.1

FENECSA. 2018. Producto Micro 9. Disponible en <http://www.fenecsa.com.ec/wp-content/uploads/pdf/MICOR%209.pdf>

FERBIOHUX S.A. 2018. Producto Huxtable. Disponible en <https://ecuadatos.com/fertilizantes-bioquimicos-huxtable-del-ecuador-ferbiohux-s-a/#>

Latacela, W., Colina, E., Castro, C., Santana, D., León, J., García, G., Goyes, M., Vera, M. 2017. Efectos De La Fertilización Nitrogenada Y Fosfatada Sobre Poblaciones De Micorrizas Asociadas Al Cultivo De Cacao. *European Scientific Journal* February 2017 edition vol.13, No.6 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431

Lozano, D., Armbrecht, I., Montoya, J. 2015. Hongos formadores de micorrizas arbusculares y su efecto sobre la estructura de los suelos en fincas con manejos agroecológicos e intensivos. *Acta Agron.*, Volumen 64, Número 4, p. 289-296, 2015. ISSN electrónico 2323-0118. ISSN impreso 0120-2812.

Peña-Venegas, C., Cardona, G., Arguelles, J., Arcos, A. 2016. Micorrizas arbusculares del sur de la amazonia colombiana y su relación con algunos factores fisicoquímicos y biológicos del suelo. *Acta Amazonica. Print version* ISSN 0044-5967 *On-line version* ISSN 1809-4392. *Acta Amaz.* vol.37 no.3 Manaus. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672007000300003>

- Rojas, K., Ortuño, N. 2017. Evaluación de micorrizas arbusculares en interacción con abonos orgánicos como coadyuvantes del crecimiento en la producción hortícola del Valle Alto de Cochabamba, Bolivia. ACTA NOVA; Vol. 3, Nº 4.
- Ruiz, M., Santana, Y., Muñoz, Y., Yoan, A., Benitez, M., Vishnu, B., Peña, Y. 2015. Simbiosis de micorrizas arbusculares en plantas de arroz (*Oryza sativa* L.) en condiciones de inundación y secano. Acta Agron. (2015) 64 (3) p 227-233  
ISSN 0120-2812 | e-ISSN 2323-0118
- Ruiz-Sánchez, M., Muñoz-Hernández, Y., Amico-Rodríguez, J., Simó-González, J., Cabrera-Rodríguez, J. 2016. Evaluación de diferentes cepas de micorrizas arbusculares en el desarrollo de plantas de arroz (*ORYZA SATIVA* L.) en condiciones inundadas del suelo. Cultivos Tropicales. *versión impresa* ISSN 0258-5936 *versión On-line* ISSN 1819-4087.  
Cultrop vol.37 no.4 La Habana.  
<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.31096.85761>
- Seguel, A. 2014. El potencial de las micorrizas arbusculares en la agricultura desarrollada en zonas áridas y semiáridas. Idesia (Arica). *versión On-line* ISSN 0718-3429. Idesia vol.32 no.1 Arica.  
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292014000100001>. Volumen 32, Nº 1.  
Páginas 3-8 IDESIA (Chile)

## **APÉNDICE**

## Cuadros de resultados y análisis de varianza

Cuadro 16. Porcentaje de colonización, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019

Tratamientos			Repeticiones				X
Nº	Productos	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Micor 9	1,0 L	38,4	37,9	36,7	38,5	37,9
T2	Glumix	20,0 kg	67,5	68,4	66,9	67,3	67,5
T3	Huxtable	3,0 kg	56,9	54,3	55,9	53,8	55,2
T4	Biofung	1,0 L	45,0	43,6	43,9	42,1	43,7
T5	Testigo	0	12,7	11,8	11,4	11,1	11,8

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7022,25	7	1003,18	1374,69	<0,0001
Trat	7015,87	4	1753,97	2403,52	<0,0001
Rep	6,39	3	2,13	2,92	0,0777
Error	8,76	12	0,73		
Total	7031,01	19			

Cuadro 17. Conteo de esporas, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019

Tratamientos			Repeticiones				X
Nº	Productos	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Micor 9	1,0 L	128,9	127,3	129,5	128,7	128,6
T2	Glumix	20,0 kg	159,7	157,9	158,3	157,2	158,3
T3	Huxtable	3,0 kg	144,5	146,9	147,2	145,8	146,1
T4	Biofung	1,0 L	137,8	136,4	135,9	132,7	135,7
T5	Testigo	0	112,3	107,7	109,6	111,8	110,4

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Modelo.	5250,19	7	750,03	292,75	<0,0001
Trat	5243,07	4	1310,77	511,62	<0,0001
Rep	7,11	3	2,37	0,93	0,4581
Error	30,74	12	2,56		
Total	5280,93	19			

Cuadro 18. Densidad del endófito, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019

Nº	Tratamientos		Repeticiones				X
	Productos	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Micor 9	1,0 L	2,99	2,84	2,91	2,87	2,90
T2	Glumix	20,0 kg	3,28	3,21	3,26	3,23	3,25
T3	Huxtable	3,0 kg	3,10	3,12	3,12	3,09	3,11
T4	Biofung	1,0 L	3,05	3,08	2,99	3,02	3,04
T5	Testigo	0	2,59	2,45	2,56	2,52	2,53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,20	7	0,17	103,01	<0,0001
Trat	1,19	4	0,30	178,49	<0,0001
Rep	0,01	3	3,9E-03	2,37	0,1222
Error	0,02	12	1,7E-03		
Total	1,22	19			

Cuadro 19. Días a floración, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019

Nº	Tratamientos		Repeticiones				X
	Productos	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Micor 9	1,0 L	70	69	71	69	70
T2	Glumix	20,0 kg	67	68	67	68	68
T3	Huxtable	3,0 kg	68	69	68	69	69
T4	Biofung	1,0 L	68	70	69	70	69
T5	Testigo	0	80	69	71	71	73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	70,45	7	10,06	1,67	0,2087



Trat	62,70	4	15,68	2,59	0,0899
Rep	7,75	3	2,58	0,43	0,7369
Error	72,50	12	6,04		
Total	142,95	19			

Cuadro 20. Altura de planta, en el ensayo: "Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz". FACIAG, UTB. 2019

Tratamientos			Repeticiones				X
Nº	Productos	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Micor 9	1,0 L	103,2	102,8	104,6	102,8	103,4
T2	Glumix	20,0 kg	109,6	108,5	108,9	108,5	108,9
T3	Huxtable	3,0 kg	108,7	105,8	109,5	104,3	107,1
T4	Biofung	1,0 L	105,3	106,6	107,0	106,6	106,4
T5	Testigo	0	99,5	97,4	96,0	93,7	96,7

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	383,32	7	54,76	25,39	<0,0001
Trat	368,90	4	92,23	42,75	<0,0001
Rep	14,42	3	4,81	2,23	0,1375
Error	25,89	12	2,16		
Total	409,21	19			

Cuadro 21. Longitud de raíz, en el ensayo: "Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz". FACIAG, UTB. 2019

Tratamientos			Repeticiones				X
Nº	Productos	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Micor 9	1,0 L	32,5	31,0	34,1	33,3	32,7
T2	Glumix	20,0 kg	32,8	32,6	34,5	33,8	33,4
T3	Huxtable	3,0 kg	32,5	32,2	33,8	33,7	33,0
T4	Biofung	1,0 L	32,1	32,5	33,4	34,0	33,0
T5	Testigo	0	30,5	29,9	30,0	32,8	30,8

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	28,96	7	4,14	8,82	0,0006
Trat	17,20	4	4,30	9,17	0,0012

Rep	11,76	3	3,92	8,36	0,0029
Error	5,63	12	0,47		
Total	34,58	19			

Cuadro 22. Longitud de panícula, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019

Nº	Tratamientos		Repeticiones				X
	Productos	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Micor 9	1,0 L	25,3	24,7	23,5	24,7	24,6
T2	Glumix	20,0 kg	27,5	26,0	26,5	26,0	26,5
T3	Huxtable	3,0 kg	25,8	26,3	24,9	26,3	25,8
T4	Biofung	1,0 L	24,9	24,8	25,0	24,8	24,9
T5	Testigo	0	23,0	23,5	24,5	21,6	23,2

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	27,32	7	3,90	5,95	0,0037
Trat	26,28	4	6,57	10,02	0,0008
Rep	1,04	3	0,35	0,53	0,6698
Error	7,87	12	0,66		
Total	35,19	19			

Cuadro 23. Número de macollos/m<sup>2</sup>, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019

Nº	Tratamientos		Repeticiones				X
	Productos	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Micor 9	1,0 L	452	442	454	449	449
T2	Glumix	20,0 kg	510	503	516	508	509
T3	Huxtable	3,0 kg	490	500	483	484	489
T4	Biofung	1,0 L	473	499	465	466	476
T5	Testigo	0	431	398	399	421	412

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	22848,95	7	3264,14	22,44	<0,0001

Trat	22676,80	4	5669,20	38,97	<0,0001
Rep	172,15	3	57,38	0,39	0,7593
Error	1745,60	12	145,47		
Total	24594,55	19			

Cuadro 24. Número de panículas/m<sup>2</sup>, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019

Nº	Tratamientos		Repeticiones				X
	Productos	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Micor 9	1,0 L	348	358	335	358	350
T2	Glumix	20,0 kg	449	457	439	457	451
T3	Huxtable	3,0 kg	425	417	393	417	413
T4	Biofung	1,0 L	367	376	423	376	386
T5	Testigo	0	325	334	342	301	326

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	39571,35	7	5653,05	17,47	<0,0001
Trat	39428,80	4	9857,20	30,46	<0,0001
Rep	142,55	3	47,52	0,15	0,9297
Error	3883,20	12	323,60		
Total	43454,55	19			

Cuadro 25. Número de granos por panículas, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019

Nº	Tratamientos		Repeticiones				X
	Productos	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Micor 9	1,0 L	142	140	139	140	140
T2	Glumix	20,0 kg	167	166	159	166	165
T3	Huxtable	3,0 kg	149	151	155	151	152
T4	Biofung	1,0 L	143	149	151	149	148
T5	Testigo	0	128	130	131	126	129

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2827,30	7	403,90	44,26	<0,0001
Trat	2821,30	4	705,33	77,30	<0,0001
Rep	6,00	3	2,00	0,22	0,8812
Error	109,50	12	9,13		
Total	2936,80	19			

Cuadro 26. Peso de 1000 semillas, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019

Tratamientos			Repeticiones				X
Nº	Productos	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Micor 9	1,0 L	22,5	21,0	22,3	21,0	21,7
T2	Glumix	20,0 kg	25,8	26,3	26,0	26,3	26,1
T3	Huxtable	3,0 kg	26,4	25,8	24,3	24,8	25,3
T4	Biofung	1,0 L	21,5	22,7	22,3	21,9	22,1
T5	Testigo	0	20,6	20,1	21,9	18,9	20,4

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	99,39	7	14,20	20,67	<0,0001
Trat	97,34	4	24,33	35,43	<0,0001
Rep	2,05	3	0,68	1,00	0,4280
Error	8,24	12	0,69		
Total	107,63	19			

Cuadro 27. Rendimiento, en el ensayo: “Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares sobre el comportamiento agronómico y rendimiento en plantas de arroz”. FACIAG, UTB. 2019

Tratamientos			Repeticiones				X
Nº	Productos	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Micor 9	1,0 L	4574,6	3863,4	4037,2	3863,4	4084,6
T2	Glumix	20,0 kg	5123,6	4946,4	4946,4	4878,9	4973,8
T3	Huxtable	3,0 kg	4237,9	4302,8	4965,8	4302,8	4452,3
T4	Biofung	1,0 L	4330,0	4412,0	4554,0	4412,0	4427,0
T5	Testigo	0	3978,2	3984,4	3216,2	3765,4	3736,0

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Modelo.	3518649,71	7	502664,24	5,84	0,0040
Trat	3406969,99	4	851742,50	9,89	0,0009
Rep	111679,72	3	37226,57	0,43	0,7337
Error	1033231,37	12	86102,61		
Total	4551881,08	19			

---

## Fotografías



Fig. 1. Realización del lechuguin para la siembra

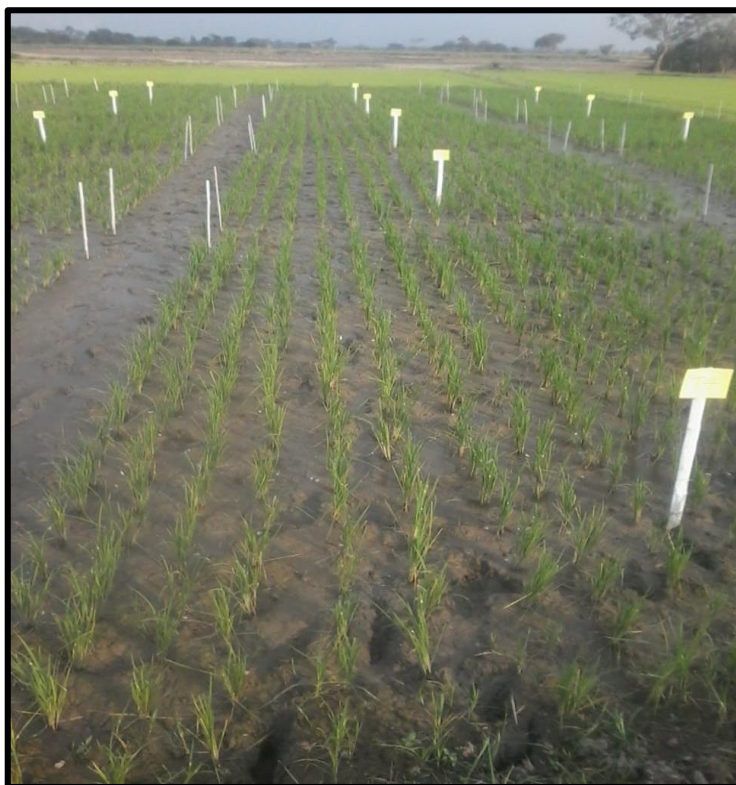


Fig. 2. Cultivo de arroz en desarrollo con las respectivas etiquetas



Fig. 3. Monitoreo y revisión del desarrollo del cultivo



Fig. 4. Fertilización en el cultivo



Fig. 5. Control de insectos-plagas



Fig. 6. Visita del Tutor, Ing. Fernando Cobos Mora.





Fig. 7. Evaluación de macollos por metro cuadrado



Fig. 8. Longitud de raíz



Fig. 9. Longitud de panícula



Fig. 10. Peso de 1000 granos



Fig. 11. Determinación del rendimiento.