



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”  
CARRERA AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO  
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**EFFECTOS DE MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM) EN  
EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza  
sativa* L.) EN EL CANTÓN NOBOL, GUAYAS**

**AUTOR  
ALCIVAR PANTALEON KELVIS JOEL**

**TUTOR  
ING. HASANG MORÁN EDWIN STALIN, MSc**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2025**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, EDWIN STALIN HASANG MORAN, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: EFECTOS DE MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM) EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN EL CANTÓN NOBOL, GUAYAS, realizado por el estudiante ALCIVAR PANTALEON KELVIS JOEL; con cédula de identidad N°0929405983 de la CARRERA AGRONOMÍA, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

---

ING. HASANG MORÁN EDWIN STALIN

Guayaquil, 31 de marzo del 2025



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”**  
**CARRERA AGRONOMÍA**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “EFECTOS DE MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM) EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN EL CANTÓN NOBOL, GUAYAS”, realizado por el estudiante **ALCIVAR PANTALEON KELVIS JOEL**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

---

TANY BURGOS HERRERIA, M.Sc.  
**PRESIDENTE**

---

ARNALDO BARRETO MACIAS, M.Sc.  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

DARLYN AMAYA MARQUEZ, M.Sc.  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

EDWING HASANG MORAN, M.Sc.  
**EXAMINADOR SUPLENTE**

Guayaquil, 31 de marzo del 2025

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mis padres, por su incondicional apoyo, amor y confianza en cada paso de mi vida académica. A mis amigos y compañeros de estudio, quienes hicieron de este camino una experiencia memorable y enriquecedora. Y, sobre todo, a mis profesores y mentores, que con su sabiduría y dedicación me guiaron hacia el conocimiento y la pasión por el aprendizaje.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de esta tesis. A mi director de tesis, por su guía constante, sus valiosos consejos y por compartir su experiencia y conocimiento, que fueron fundamentales para este trabajo. A mis compañeros de investigación, por su colaboración y apoyo, que hicieron de este proyecto una tarea más llevadera y enriquecedora. A mi familia, por ser mi pilar en todo momento, brindándome siempre el apoyo emocional y logístico necesario para alcanzar mis metas.

### **Autorización de autoría intelectual**

Yo ALCIVAR PANTALEON KELVIS JOEL, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre “EFECTOS DE MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM) EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN EL CANTÓN NOBOL, GUAYAS” para optar el título de INGENIERO AGRONOMO, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil , marzo 31 del 2025

---

ALCIVAR PANTALEON KELVIS JOEL

**C.I. 0929405983**

## RESUMEN

El arroz es un cereal y un alimento indispensable para una dieta sana y equilibrada. Está presente en casi todas las cocinas del mundo, es el segundo cereal más cultivado en todo el mundo después del maíz. La aplicación indiscriminada de fertilizantes puede resultar en desequilibrios nutricionales en el suelo, afectando la salud de los cultivos. Los microorganismos eficientes (ME), restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejoran su condición fisicoquímica, incrementan su protección y producción de los cultivos. La presente investigación tiene la finalidad de evaluar el efecto de microorganismos eficientes (EM) en el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), en el cantón Nobol, Guayas. Como tratamiento se aplicaron los microorganismos *Trichoderma* y *Bacillus* como complemento a la fertilización. Los resultados para la variable altura de la planta mostró al T3 (*Bacillus* sp 4.0 l/ha) con el mejor resultado con 1.06 metros, mientras que el T1 (Testigo) alcanzó los 0.96 metros en la altura, así mismo, la longitud de la panícula se mostró el mejor resultado en el T5 (*Trichoderma* sp 2.0 l/ha) con 29.9 cm, en cuanto que para la variable número de granos por panícula el T3 (*Bacillus* sp 4.0 l/ha) mostro el resultado más alto con de 162.5 granos. Para el rendimiento los mejores resultados los presento en T3 (*Bacillus* sp 4.0 l/ha) con una media de 7890.0 kg/ha y el T4 (*Trichoderma* sp 1.0 l/ha) obtuvo el mejor en la relación beneficio costo con un valor de 1.19.

**Palabras clave:** arroz, eficiente, Microorganismo, productividad,

## ABSTRACT

Rice is a cereal and an indispensable food for a healthy and balanced diet. It is present in almost all the world's cuisines and is the second most cultivated cereal worldwide after corn. Indiscriminate application of fertilizers can result in nutritional imbalances in the soil, affecting crop health. Efficient microorganisms (EM) restore the microbiological balance of the soil, improve its physicochemical condition, increase its protection and crop production. The purpose of this research is to evaluate the effect of efficient microorganisms (EM) on the yield of rice (*Oryza sativa* L.) in the canton of Nobol, Guayas. The microorganisms *Trichoderma* and *Bacillus* were applied as a treatment as a complement to fertilization. The results for the variable plant height showed T3 (*Bacillus* sp 4.0 l/ha) with the best result with 1.06 meters, while T1 (Control) reached 0.96 meters in height, likewise, the length of the panicle showed the best result in the T5 (*Trichoderma* sp 2.0 l/ha) with 29.9 cm, while for the variable number of grains per panicle the T3 (*Bacillus* sp 4.0 l/ha) showed the highest result with 162.5 grains. For the yield the best results were presented in T3 (*Bacillus* sp 4.0 l/ha) with an average of 7890.0 kg/ha and the T4 (*Trichoderma* sp 1.0 l/ha) obtained the best in the relation benefit-cost with a value of 1.19.

**Keywords:** *efficient, microorganism, productivity, rice*

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	v
Autorización de autoría intelectual.....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
1.1 Antecedentes del problema.....	13
1.2 Planteamiento y formulación del problema .....	13
<i>1.2.1 Planteamiento del problema.....</i>	<i>13</i>
<i>1.2.2 Formulación del problema.....</i>	<i>14</i>
1.3 Justificación de la investigación .....	14
1.4 Delimitación de la investigación .....	15
1.5 Objetivo general .....	15
1.6 Objetivos específicos.....	15
1.7 Hipótesis .....	15
<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
2.1 Estado del arte.....	16
2.2 Bases teóricas .....	17
<i>2.2.1 Origen del arroz (Oryza sativa).....</i>	<i>17</i>
<i>2.2.2 Taxonomía del arroz.....</i>	<i>17</i>
<i>2.2.3 Morfología del arroz .....</i>	<i>17</i>
<i>2.2.4 Condiciones edafoclimáticas .....</i>	<i>18</i>
<i>2.2.5 Preparación de suelo .....</i>	<i>19</i>
<i>2.2.6 Semilla .....</i>	<i>19</i>
<i>2.2.7 Manejo de malezas .....</i>	<i>20</i>
<i>2.2.8 plagas y enfermedades del cultivo de arroz .....</i>	<i>21</i>
<i>2.2.9 Riego.....</i>	<i>21</i>
<i>2.2.10 Producción de arroz en el Guayas .....</i>	<i>23</i>

<b>2.2.11 La importancia de los microorganismos eficientes (EM) en suelos del cultivo de arroz</b> .....	24
<b>2.3 Marco legal</b> .....	25
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	26
<b>3.1 Enfoque de la investigación</b> .....	26
<b>3.1.1 Tipo de investigación</b> .....	26
<b>3.1.2 Diseño de investigación</b> .....	26
<b>3.2 Metodología</b> .....	26
<b>3.2.1 Variables</b> .....	26
<b>3.2.2 Tratamientos</b> .....	27
<b>3.2.3 Diseño experimental</b> .....	27
<b>3.2.4 Recolección de datos</b> .....	28
<b>3.2.5 Análisis estadístico</b> .....	31
<b>4. RESULTADOS</b> .....	32
<b>4.1 Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de arroz, en base a las aplicaciones de los ME, en el cantón Nobol.</b> .....	32
<b>4.1.1 Altura de la planta</b> .....	32
<b>4.1.2 Longitud de panícula</b> .....	32
<b>4.1.3 Número de granos por panícula</b> .....	33
<b>4.2 Productividad del sistema productivo</b> .....	34
<b>4.3 Relación beneficio-costo de los tratamientos en estudio</b> .....	34
<b>5. DISCUSIÓN</b> .....	36
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	38
<b>6.1 Conclusiones</b> .....	38
<b>6.2 Recomendaciones</b> .....	38
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	39
<b>ANEXOS</b> .....	42

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Tratamientos .....	27
Tabla 2. Análisis ANDEVA .....	27
Tabla 3. Características de las parcelas experimentales .....	28
Tabla 4. Altura de planta .....	32
Tabla 5. Longitud de panícula .....	33
Tabla 6. Número de granos por panícula .....	33
Tabla 7. Productividad del cultivo de arroz kg/ha .....	34
Tabla 8. Relación costo/beneficio de los tratamientos .....	35

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Croquis del ensayo.....	42
Figura 2. Ficha técnica de TRICHOGENESIS.....	42
Figura 3. Ficha técnica de BIO GENESIS .....	43
Figura 4. Medidas del área de trabajo.....	43
Figura 5. Georreferenciación del área de trabajo .....	44
Figura 6. Preparación del área experimental.....	44
Figura 7. Establecimiento de camas y unidades experimentales.....	45
Figura 8. Establecimiento de semillero.....	45
Figura 9. Trasplante de plántulas .....	46
Figura 10. Preparación y aplicación de tratamientos.....	46
Figura 11. Fertilización del cultivo .....	47
Figura 12. Manejo fitosanitario del cultivo .....	47
Figura 13. Evaluación de variables de campo del experimento .....	48
Figura 14. Evaluación de variables de rendimiento de los tratamientos.....	48
Figura 15. Visita y supervisión del experimento por el tutor .....	49
Figura 16. Análisis de variable altura de planta.....	49
Figura 17. Análisis de variable longitud de panícula .....	49
Figura 18. Análisis de variable número de granos por panícula.....	49

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes del problema

El cultivo del arroz es una de las prácticas agrícolas más antiguas en la historia de la humanidad, con un legado que se remonta a casi 10000 años atrás. Este cultivo encuentra su origen en las regiones húmedas de Asia tropical y subtropical, donde las condiciones climáticas y la disponibilidad de agua han hecho posible su florecimiento.

A pesar de los avances en prácticas agrícolas convencionales, persisten limitaciones en términos de eficiencia de recursos, resistencia a enfermedades y sostenibilidad ambiental. Los métodos tradicionales de fertilización y control de plagas pueden tener impactos negativos a largo plazo en la salud del suelo y en el medio ambiente. Por otro lado, la introducción de microorganismos eficientes (EM) ofrece una alternativa potencialmente beneficiosa.

Alarcon et al. (2020) señalan que una alternativa a los fertilizantes químicos es utilizar microorganismos eficientes autóctonos, que se encuentra dentro de la biotecnología de la agricultura sostenible los cuales se producen a base de microorganismos que viven en el suelo, aunque en bajas poblaciones; pero al incrementar su población mediante la inoculación artificial son capaces de poner a disposición de las plantas una parte importante de los elementos nutritivos que estas necesitan para su desarrollo sin afectar el equilibrio biológico del suelo

Los microorganismos eficientes (ME), restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejoran su condición fisicoquímica, incrementan su protección y producción de los cultivos, además conservan los recursos naturales, generan una agricultura y medio ambiente sostenible. Existen investigaciones previas que sugieren beneficios potenciales de los EM en diversos cultivos, hay una falta de consenso y estudios específicos sobre el cultivo de arroz (Barboza et al., 2023).

### 1.2 Planteamiento y formulación del problema

#### *1.2.1 Planteamiento del problema*

La agricultura desempeña un papel crucial en la seguridad alimentaria y económica mundial. Sin embargo, el uso inadecuado de fertilizantes y pesticidas plantea una serie de problemas que afectan tanto la productividad agrícola como la sostenibilidad ambiental. Este planteamiento del problema se centra en los impactos negativos derivados de la aplicación incorrecta de fertilizantes y pesticidas

en la agricultura, con un enfoque específico en sus consecuencias para los suelos, el agua y la salud humana.

La aplicación indiscriminada de fertilizantes puede resultar en desequilibrios nutricionales en el suelo, afectando la salud de los cultivos. Además, la acumulación de sales en exceso puede aumentar la salinidad del suelo, comprometiendo la capacidad de las plantas para absorber agua, y además los pesticidas y fertilizantes puede dar lugar a la lixiviación de sustancias químicas al agua subterránea y cuerpos de agua cercanos, provocando una contaminación irremediable.

La aplicación indebida de pesticidas conduce a la resistencia de plagas y enfermedades, lo que requiere un aumento en las dosis, además, la presencia de residuos de pesticidas en los alimentos representa riesgos para la salud humana y la biodiversidad, también afecta la biodiversidad, incluyendo insectos beneficiosos, aves y organismos del suelo. Esto desencadena un desequilibrio en los ecosistemas agrícolas y reduce la actividad microbiana esencial para la salud del suelo y la exposición directa o indirecta a pesticidas a través del consumo de alimentos contaminados perjudican la salud humana de personas vulnerables.

### **1.2.2 Formulación del problema**

¿Cuáles será el efecto de los microorganismos eficientes (EM) en el cultivo de arroz (*Oriza sativa* L.) en el cantón Nobol provincia del Guayas, de acuerdo con las condiciones climáticas del sector y los objetivos?

### **1.3 Justificación de la investigación**

La investigación sobre el impacto de los (ME) en el rendimiento del cultivo de arroz tiene como finalidad explorar y comprender la influencia de estos microorganismos en diversas facetas del cultivo. Se lleva a cabo un estudio exhaustivo para evaluar la presencia y aplicación de EM en suelos de cultivo de arroz, analizar su efecto en la salud del suelo, la resistencia a enfermedades y, en última instancia, determinar su contribución al rendimiento final del cultivo.

Los ME pueden llegar a ser una alternativa efectiva para mejorar el rendimiento del cultivo de arroz. Estos microorganismos pueden competir por espacio y nutrientes, limitando el desarrollo de especies fitopatógenas, promoviendo el reciclaje de nutrientes en el suelo, incrementando la disponibilidad de nutrientes para las plantas y degradando agentes tóxicos como pesticidas.

Se selecciona e identificaran áreas representativas de cultivo de arroz donde se lleva a cabo la investigación. Se recopilan muestras de suelo y plantas de arroz

en diferentes etapas de desarrollo para análisis detallados. Se procedió a aplicar EM en parcelas específicas para evaluar su impacto en el rendimiento del cultivo de arroz.

Se busca brindar información a los agricultores sobre la aplicación de EM para mejorar las prácticas agrícolas tradicionales, aumentando la eficiencia y sostenibilidad del cultivo, los impactos económicos y sociales, la productividad agrícola, y el aumento de ingresos de los agricultores y la seguridad alimentaria.

#### **1.4 Delimitación de la investigación**

- **Espacio:** Este proyecto se llevó a cabo en Nobol, un cantón ubicado en la provincia del Guayas coordenadas 17 M 605861.30 m E 9775217.20 m S
- **Tiempo:** Este proyecto se llevó a cabo en un período de seis meses, coincidiendo con el año lectivo actual.
- **Población:** Este trabajo se enfocó en atender a un amplio espectro de beneficiarios, entre los que se incluyen productores, docentes, estudiantes e investigadores. Los resultados obtenidos en este proyecto ofrecen el potencial de ser de utilidad y aplicabilidad para este variado grupo de interesados, contribuyendo así al enriquecimiento de sus conocimientos y prácticas en el ámbito abordado.

#### **1.5 Objetivo general**

Evaluar el efecto de microorganismos eficientes (EM) en el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), en el cantón Nobol, Guayas.

#### **1.6 Objetivos específicos**

- Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de arroz, en base a las aplicaciones de los EM, en el cantón Nobol.
- Identificar el mejor tratamiento aplicado en base a los rendimientos obtenidos.
- Establecer la relación Beneficio/Costo para cada uno de los tratamientos.

#### **1.7 Hipótesis**

Al menos uno de los tratamientos aplicados con Microorganismos Eficientes (EM) incrementa el rendimiento y calidad de los granos, en comparación con los métodos de cultivo convencionales.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Estado del arte

Al analizar Mesa y Martínez (2022), se pudo observar que los resultados de la aplicación de ME-UCF sobre el número de hijos a los 40 y 50 días y del número de hijos fértiles por plantón a los 66 días después del trasplante, se obtuvo que al menos dos tratamientos (2 y 4), superan al testigo, con diferencias significativas sobre el para  $P \leq 0.05$  y coinciden con lo reportado para la variedad estimada en su ficha técnica, dando como resultado un efecto positivo a la aplicación de este EM.

Según Ferrin (2022), en su investigación pudo identificar la media de los tratamientos con la prueba de Tukey al 5% de error, se encontró diferencia estadística en los siguientes tratamientos evaluados, el tratamiento T4 (50cc/l H<sub>2</sub>O +50 gramos), fue el mejor en porcentaje de germinación del 78.80%, seguido está el tratamiento T2 (100 gramos), el que obtuvo un 65.40% de germinación; por encontró que había variaciones muy notables entre ellas otro lado, está el tratamiento 3 (100cc/l H<sub>2</sub>O) fue el más bajo con el 61.40% de semillas germinadas. Todo esto relacionado a estudios realizados quienes mencionan que al realizar la combinación de estos componentes se obtienen mejores resultados, obteniendo un 75% de germinación.

Señala Alcívar (2019), con lo relacionado a su trabajo experimental que los promedios del rendimiento de grano de las variedades de arroz, con la aplicación de EM; siendo el coeficiente de variación 18.28%. La variedad INIAP 16, registró el mayor rendimiento con 4699.3 kg/ha estadísticamente superior a la variedad F-50, que obtuvo 3955.1 kg/ha. En (T4) Lorsban, se registró el mayor rendimiento con 4690.3 kg sin diferir en lo estadístico de los demás tratamientos con promedios entre 4494.7 y 4675.3, excepto el testigo que registro el menor valor 3202.3 kg. De igual forma Ocón (2022) menciona que el microorganismo eficiente, el hongo del género *Bacillus* puede favorecer en las características productivas del cultivo de arroz y proteger contra enfermedades causantes del manchado del grano.

La variedad INIAP 16 con la aplicación T2 (Microorganismos eficientes-suelo) produjo el mayor rendimiento 5250 kg en igualdad estadística de las interacciones INIAP 16 con T1 (Microorganismos eficientes- foliar), T3 (*Metharizium anisopliae*) y T4 (Lorsban) y la variedad F-50 con los bioinsecticidas T4 (Lorsban), T2 (Microorganismos eficientes- suelo), y T3 (*Metharizium anisopliae*), superiores

a los tratamientos F-50 con T1 (Microorganismos eficientes- foliar), y T5 (Testigo) e INIAP 16 con T5 que alcanzaron promedios entre 3137 y 3810,7 kg (Alcívar, 2019).

*Trichoderma* spp. tiene la capacidad de promover el crecimiento de las plantas de arroz. Puede aumentar la absorción de nutrientes, mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo, estimular el desarrollo del sistema radicular y promover la producción de fitohormonas que favorecen el crecimiento de las plantas (Cano, 2024). De igual forma la aplicación del hongo del género *Bacillus* favorece en gran medida en el desarrollo del vegetal favoreciendo en las características productivas del cultivo del arroz (Correa, 2021). El uso de los microorganismos benéficos tiene un impacto positivo en el manejo de organismo fitopatógenos y un efecto estimulante en el desarrollo de los vegetales que favorecen en la productividad de estos, al mejorar sus características productivas (Lucas y Llerena, 2024).

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Origen del arroz (*Oryza sativa*)**

Según Acevedo et al. (2006) indican que el arroz es un cereal y un alimento indispensable para una dieta sana y equilibrada. Está presente en casi todas las cocinas del mundo, es el segundo cereal más cultivado en todo el mundo después del maíz; sin embargo, es el de mayor importancia y más consumido por la especie humana, el origen de la domesticación del cultivo del arroz se ha debatido bastante, si bien es seguro que proviene de Asia, el origen dentro de este continente se debate entre dos gigantes: China y Japón, en la actualidad el arroz es un alimento básico y es considerado uno de los cultivos más importantes a nivel global.

### **2.2.2 Taxonomía del arroz**

Clase: Equisetopsida C. Agardh

Subclase: Magnoliidae Novák ex Takht.

Súper orden: Lillanae Takht.

Orden: Poales Small

Familia: Poaceae Barnhart

Género: *Oryza*

Especie: *O. sativa* L. (Trópicos, 2019)

### **2.2.3 Morfología del arroz**

Según Paredes et al. (2020), durante el inicio del ciclo de crecimiento, la planta desarrolla raíces primarias que luego dan origen a las raíces adventicias o

secundarias. La raíz del arroz comparte similitudes con muchas plantas acuáticas, pero se distingue por la presencia de numerosos pelos absorbentes. Una característica notable de este cultivo es su capacidad para respirar en suelos inundados, gracias a la abundancia de cámaras de aire en el suelo y la peculiaridad de almacenar almidón en su tallo.

Las hojas de la planta de arroz son angostas, alternas y presentan una punta aguda, con una nervadura central muy pronunciada. Su color varía desde el verde hasta el amarillo cuando alcanzan la madurez. La inflorescencia se ubica en el ápice del tallo, donde el raquis alberga las espiguillas, compuestas por tres flores, siendo solo la última fértil. El fruto, una cariósida, está cubierto por envolturas que se eliminan luego, confiriendo al arroz un tono blanco característico, el conocimiento de la morfología de la planta de arroz es importante para la investigación, la diferenciación de las variedades, los estudios de fisiología y mejoramiento genético y su comercialización (Degiovanni et al. 2010).

#### **2.2.4 Condiciones edafoclimáticas**

##### **Clima:**

Lluvia: 800 – 1200 mm

Luz: Zonas con bastante luminosidad. Por lo menos 1000 horas de sol durante su ciclo vegetativo o anuales.

Temperatura: 22 – 30 °C

##### **Suelo:**

Franco arcilloso o franco limoso, con buen drenaje.

PH 6.5 a 7.5

##### **VARIEDADES:**

INIAP – 11

INIAP - 14

INIAP 15

INIAP 16

##### **Preparación del terreno:**

Arada profunda.

Rastrada.

Nivelación

Fanguero para siembra por trasplante o al voleo con semilla pregerminada.

##### **Siembra:**

Época: En cultivo de invierno en enero. En verano con riego, en junio – julio.

Cantidad: En siembras directas use 100 a 150 kg. de semilla por hectárea. Para semilleros use 150 a 200 granos de semilla por metro cuadrado.

Sistema: Siembra directa: Puede hacerse en hileras distanciadas a 20 cm regando la semilla a chorro continuo (Ecuanoicias, 2009).

### **2.2.5 Preparación de suelo**

Según el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2014) el arroz es un cultivo de climas tropicales, exige de suelos franco-arenosos o francos arcillosos, con pH de 5.5 a 7.0, de topografía plana y buen drenaje superficial.

Los objetivos principales de preparar el suelo son: Destruir las malezas presentes, reciclar los nutrientes de las plantas incorporándolas como materia orgánica en el suelo y proporcionar una superficie adecuada para el trasplante o la siembra directa de la semilla

Para preparar el suelo el productor arrocero debe seguir los siguientes pasos:

- Pasar la rozadora o trituradora para romper el rastrojo de la cosecha anterior, incorporar estos residuos al suelo con el uso del arado, rastra o romplow; esta labor favorece la descomposición de la materia orgánica.
- Otra alternativa para incorporar la materia orgánica a los suelos es inundar y picar el rastrojo con el canguro con gavias o motocultor.
- Realizar el fanguado y nivelación definitiva de las pozas 1 a 4 días antes del trasplante o 2 días antes de la siembra directa.
- Puede sembrarse de forma directa también al voleo en tierra seca, o sobre agua con semilla pregerminada.
- Siembra por trasplante: se realiza con plántulas de 20 a 25 días. La distancia entre hileras es de 30 cm, por 20 cm entre golpes, dejando tres plántulas por sitio (INIAP, 2014).

### **2.2.6 Semilla**

El éxito en la producción agrícola es el uso de semilla de calidad que garantice su pureza, germinación, plantas con crecimiento uniforme y evite malezas y plagas. Además, el empleo de semillas certificadas contribuye a mejorar el rendimiento y la sostenibilidad de los cultivos, asegurando una mayor eficiencia en el uso de recursos (INIAP, 2016).

### **2.2.6.1. Cantidad de semilla requerida para la siembra**

Si la siembra se realiza en forma directa se requiere 100 kilogramos de semilla para una hectárea. Si se realiza el trasplante, en un semillero de 150 m<sup>2</sup> sembrar 60 kilogramos de semilla, lo que alcanzará para una hectárea de cultivo (INIAP, 2016).

### **2.2.6.2. Pregerminación de las semillas**

El pregerminado de las semillas de arroz garantiza mayor prendimiento o enraizamiento en el semillero.

Previo a la siembra la semilla debe ponerse a pregerminar, para lo cual:

- Llene un tanque con 100 litros de agua limpia.
- Si tiene problemas con el nemátodo del grano, colocar 700 cc de Oxamil.
- Dividir cada saco de semilla certificada de 45 kg en dos sacos, para evitar daños y facilitar su manipulación.
- Colocar los medios sacos en el tanque de agua y remojar por 24 horas.
- Transcurrido este tiempo sacar la semilla, escurrir y ubicarla en un sitio sombreado donde debe mantenerse tapada por 48 horas.
- Mojar y voltear la semilla cada día.

Recuerde, no remojar la semilla en canales, ríos o lagunas a fin de evitar el lavado de los productos aplicados para protección de la semilla y causar contaminación del agua y del ambiente (INIAP, 2016).

### **2.2.7 Manejo de malezas**

Las malezas en el cultivo de arroz ocasionan pérdidas en el rendimiento, afectan el número de macollos, número de granos por panícula y peso del grano. Además, permiten la sobrevivencia de plagas afectando el normal desarrollo del cultivo y por ende incrementando los costos de producción por los controles fitosanitarios.

Labores como uso de semilla certificadas de calidad considerando las diferentes variedades existentes, siembra de trasplante con adecuada densidad, uso de lámina de riego y rotación de cultivos ayudan a controlar las malezas y reducir el uso de herbicidas (INIAP, 2012).

#### **2.2.7.1. Manejo de maleza preemergente**

Recomienda (INIAP, 2012) hasta los 8 días después del trasplante y dependiendo del complejo de malezas, se puede aplicar 2.5 litros de pendimentalin

(Prowl) + 2.5 litros de benthiocarbo (Bolero) por hectárea para el control de gramíneas y hoja ancha de cualquier variedad.

Es indispensable realizar la calibración previa del equipo de fumigación para determinar la cantidad de agua necesaria por hectárea y hacer un uso eficiente del herbicida (INIAP, 2012).

#### **2.2.7.2. Manejo post emergencia**

En caso de presentarse infestación por la pérdida del efecto de la aplicación pre emergente, 20 días después aplicar 400 gramos de Pyrazosulfurón con 200 mililitros de adyuvante por hectárea, para controlar monte y lechuga. En caso de haber pajas aplicar Cihalofop butil 1.3 litros por hectárea (INIAP, 2012).

#### **2.2.8 plagas del cultivo de arroz**

Las plagas son una de las principales causas de pérdidas en el arroz. El cultivo es muy perjudicial atacado en todos sus ciclos vegetativos por ello existe gran demanda de pesticidas, las principales plagas que se presentan en el cultivo de arroz son: barrenador del arroz, chinche apestoso, caracol, gusano cogollero, nematodos (FarmAgro, 2019).

Pérez et a. (2018) señalan que el cultivo de arroz a lo largo de su ciclo es atacado por ciertas enfermedades que causan una disminución considerable en la producción si no es tratada a tiempo, en las provincias de Guayas y Los Ríos las principales enfermedades que se presentan son: La pudrición de la vaina que se presenta de forma esporádica, la quemazón y la pudrición negra (causadas por hongos); el ataque de bacterias, nematodos y virus se presenta pero en menores cantidades, se recomienda hacer un monitoreo constante para determinar el porcentaje de daños causados por estos patógenos y establecer controles oportunos.

#### **2.2.9 Riego**

El agua es fundamental para los requerimientos fisiológicos de la planta, influye en la emergencia y establecimiento del arroz, disponibilidad de nutrientes, control de malezas, control de insectos plaga, reducción de la incidencia de enfermedades y reduce la esterilidad provocada por bajas temperaturas en períodos críticos (Ramírez, 2019).

##### **2.2.9.1. Necesidades de agua en el cultivo de arroz**

Según Mendoza y Córdova (2023), el agua es aportada por las lluvias cuando se cultiva en secano y a través de riego en sistemas de piscinas. Las lluvias

son irregulares en cantidad y distribución, por lo que el riego debe compensar esas deficiencias.

El consumo promedio de agua del arroz durante el ciclo de cultivo puede estimarse en 15 000 m<sup>3</sup>/ha. Esta cifra puede variar según las condiciones climáticas, la cantidad de lluvia caída en el período, tipo de suelo y es muy fundamental que el manejo del agua que realice el productor. En el cultivo, el agua se pierde por evapotranspiración, percolación y filtración lateral (Valdez et al, 2020).

### **2.2.9.2. Importancia de la adecuación de la parcela**

Para controlar la lámina de agua y hacer un uso eficiente del riego, es necesario nivelar el terreno mediante cortes y rellenos para formar piscinas con formas regulares o bien siguiendo las curvas de nivel (INIAP, 2012).

Para evitar grandes movimientos de tierra, se recomienda la adecuación en curvas de nivel, la diferencia de nivel entre dos curvas debe ser de unos 20 cm como máximo, los muros deben ser bajos de una altura de 45 cm para que la maquinaria pase sin problemas (Alcívar, 2019).

#### **2.2.9.2.1. Limpieza de lotes de arroz contaminantes.**

Según Ramírez (2019) para evitar la aparición de arroz nacedero, arroz rojo o negro y otras malezas primero se debe realizar un riego con suficiente agua para que moje los primeros 15 cm de profundidad del suelo, se deja que se seque para favorecer la germinación de la maleza. Realizar por lo menos tres riegos de germinación, considerando que no todos los arrozces germinan al mismo tiempo, seguido de aplicar herbicidas o pases de rastra para eliminar las malezas.

#### **2.2.9.2.2. Germinación de la semilla de arroz.**

Si se siembra al voleo con semilla seca, los riegos deben ser cortos y seguidos para que la semilla germine, se debe mantener el agua en la piscina un día como máximo y luego drenarla para evitar el daño de la semilla. Si se utiliza sembradora convencional en seco, es necesario pasar un rollo compactador después de la siembra para que la semilla se adhiera a la tierra y absorba mejor la humedad. No se recomienda volear semilla seca o pregerminada sobre una lámina de agua de forma inmediata después del fanguero, porque el agua contiene partículas de suelo que se sedimentan y evitan la normal germinación (Mendoza y Córdova, 2023).

#### **2.2.9.2.3. Adecuado macollamiento.**

Para un buen macollamiento es recomendable que no haya lámina continua de agua en los primeros 20 días, pero si mantener el suelo la máxima humedad para que no se agriete. El agua permanente priva de oxígeno a las raíces (Mendoza y Córdova, 2023).

#### **2.2.9.2.4. Uso eficiente del fertilizante.**

Señalan López et al. (2017) los fertilizantes se disuelven de manera muy fácil en el agua, es decir tiene alta solubilidad. Debido a esto, el fertilizante se pierde hacia las capas más profundas del suelo donde las raíces de las plantas no los pueden aprovechar, también se lavan por escorrentía al drenar la parcela contaminando las fuentes de agua. Para que las plantas aprovechen mejor el fertilizante, se los debe aplicar sin lámina de agua, solo con suelo húmedo y mantenerlo así por dos días antes de iniciar el riego.

#### **2.2.10 Producción de arroz en el Guayas**

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2022), el cultivo de arroz destaca como uno de los sectores agrícolas más sobresalientes en Ecuador. En particular, se resalta sobre la provincia del Guayas se denomina el epicentro de esta actividad, contribuyendo con un significativo 64.32% a la producción total por temporada a nivel nacional.

Este fenómeno se manifiesta de manera extensa en 20 de los 25 cantones que conforman la provincia del Guayas. Estos territorios, entre los que se incluyen notables localidades como Daule, Nobol, Santa Lucía, Palestina, Salitre, Balzar, Colimes, entre otros, desempeñan un papel crucial en la consolidación de la posición preeminente de la provincia en la producción arrocería del país (Poveda y Andrade, 2018).

La provincia del Guayas, con su destacada contribución al panorama arrocería nacional, no solo se erige como líder en producción, sino que también se consolida como un eje generador de empleo y desarrollo en las zonas rurales, destacando en específico en los cantones de Daule, Santa Lucía, Palestina, Salitre (INEC, 2022).

Indican López *et al.* (2017) respecto a la actividad agrícola, a lo largo de la historia, ha estado vinculada con las sociedades organizadas, legando incluso a caracterizar regiones según la producción específica de determinados productos. No obstante, esta labor no siempre ha recibido el reconocimiento adecuado por su

destacada contribución a las economías a nivel local, regional, nacional e internacional.

De acuerdo con datos del Banco Mundial (2016), se observa una tendencia a la baja en el valor agregado bruto agrícola como porcentaje del PIB mundial, disminuyendo del 8.1% en 1995 al 3.8% en 2014. Además, el sector agrícola enfrenta limitaciones en el acceso a tecnologías avanzadas e infraestructuras sociales que podrían fomentar la permanencia de los productores. Este aspecto ha sido afectado de forma negativa por ciertas concepciones y políticas públicas aplicadas, a pesar de que el sector juega un papel crucial en la producción de alimentos, abordando así uno de los problemas globales más apremiantes: el hambre (López *et al.* 2017).

### **2.2.11 La importancia de los microorganismos eficientes (EM) en suelos del cultivo de arroz**

Los microorganismos eficientes (EM) han sido objeto de estudio en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) para evaluar su efecto en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo. Los resultados de algunas investigaciones indican que los EM pueden tener un efecto positivo en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz un biopreparado a base de microorganismos eficientes (Mesa y Martínez, 2022).

Los EM adquieren una relevancia significativa en el ámbito agrícola debido a su capacidad para llevar a cabo diversas funciones cruciales. Entre estas funciones se incluye la fijación de nitrógeno, realizada por microorganismos específicos como *Rhizobium spp*, *Azotobacter spp* y *Azospirillum spp*. Además, desempeñan un papel esencial en la descomposición de residuos orgánicos y en la supresión de agentes fitopatógenos presentes en el suelo (Alarcon *et al.* 2020).

Alarcón *et al.* (2020) señalan que los microorganismos también contribuyen al proceso de reciclaje de nutrientes en el suelo, llevando a cabo la solubilización de fuentes de nutrientes poco solubles. Su participación resulta en un aumento notable de la biomasa del suelo, a la par que favorece el desarrollo radicular de las plantas mediante la producción de ácido indol acético.

En virtud de todas estas acciones beneficiosas, los Microorganismos Eficientes emergen como actores clave en el fomento de la agricultura sostenible y sustentable a lo largo del tiempo. Este enfoque agrícola, respaldado por la investigación de Morocho y Mora (2019), evidencia la amplitud y la diversidad de

los beneficios que estos microorganismos aportan al sistema agrícola (Morocho y Leiva, 2019).

## **2.3 Marco legal**

### ***2.3.1 Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria***

**El Artículo 1** de la Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 583 de 05 de mayo del 2009 dispone que: “el objeto de la Ley es establecer los mecanismos mediante los cuales el Estado cumpla con su deber y objetivo estratégico de garantizar a las personas, comunidades y pueblos la autosuficiencia de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados de forma permanente” (p. 2).

**Artículo. 10.-** Institucionalidad de la investigación y la extensión. - La ley que regule el desarrollo agropecuario creará la institucionalidad necesaria encargada de la investigación científica, tecnológica y de extensión, sobre los sistemas alimentarios, para orientar las decisiones y las políticas públicas y alcanzar los objetivos señalados en el artículo anterior; y establecerá la asignación presupuestaria progresiva anual para su financiamiento. El Estado fomentará la participación de las universidades y colegios técnicos agropecuarios en la investigación acorde a las demandas de los sectores campesinos, así como la promoción y difusión de la misma (Asamblea Nacional de Ecuador, 2010, p.5).

### ***2.3.2 Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales***

**Art. 5.-** De lo agrario: “Para fines de la presente ley, el termino agrario incluye las actividades agrícolas, pecuarias, acuícolas, silvícolas, forestales, ecoturísticas, agroturísticas y de conservación relacionadas con el aprovechamiento productivo de la tierra rural” (p. 4).

**Art. 8.-** De los fines. - Son fines de la presente ley: f) “fortalecer la agricultura familiar campesina en los procesos de producción, comercialización y transformación productiva”. j) “promover la producción sustentable de las tierras rurales e incentivar la producción de alimentos sanos, suficientes y nutritivos, para garantizar la soberanía alimentaria” (p. 5).

**Art. 49.-** Protección y recuperación. - por ser de interés público, el Estado impulsará la protección, la conservación y la recuperación de la tierra rural, de su capa fértil, en forma sustentable e integrada con los demás recursos naturales; desarrollará la planificación para el aprovechamiento de la capacidad de uso y su potencial productivo agrario, con la participación de la población local y ofreciendo su apoyo a las comunidades de la agricultura familiar campesina, a las organizaciones de la economía popular y solidaria y a las y los pequeños y medianos productores, con la implementación y el control de buenas prácticas agrícolas (Asamblea Nacional del Ecuador, 2016, p. 14).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Enfoque de la investigación

##### 3.1.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo experimental. El nivel de conocimiento de la investigación es cualitativa, cuantitativa, exploratoria, descriptiva, explicativa o correlacional, en donde se evaluaron variables dependientes e independientes y datos que se obtuvieron en el área designada a realizar mediante un diseño experimental.

##### 3.1.2 Diseño de investigación

La presente investigación fue de tipo experimental en condiciones de campo, en el cual se utilizó un diseño experimental de bloques completo al azar (DBCA), los cuales comprenden de cinco tratamientos y cuatro repeticiones. La valoración estadística se realizó mediante un análisis de varianza (ANDEVA), análisis funcional con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

#### 3.2 Metodología

##### 3.2.1 Variables

En el trabajo experimental se consideró tomar en cuenta las siguientes variables:

##### 3.2.1.1 Variable independiente

La aplicación de Microorganismos Eficientes (EM) para mejorar el desarrollo del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

##### 3.2.1.2. Variable dependiente

##### 3.2.1.2.1. La altura de plantas (cm).

Se consideró esta variable cuando las plántulas se encontraron en la etapa de floración a partir de los 60 días después de la siembra ya con la aplicación de los microorganismos eficientes (EM), la fertilización inicial, y su respectivo manejo de malezas.

##### 3.2.1.2.2. Número de macollos.

Se contabilizó de manera aleatoria la cantidad de diez plantas por unidad experimental a los 60 días después de la siembra en el área útil de la parcela experimental.

### 3.2.1.2.3. Número de granos por panícula.

Se tomó de manera aleatoria la cantidad de 12 espigas del área útil de cada parcela experimental a los 90 dds ya con la aplicación de los EM, la fertilización inicial y de desarrollo, y su control de malezas.

### 3.2.1.2.4. Longitud de la panícula (cm).

Se toma de manera aleatoria la cantidad de 12 espigas del área útil de cada parcela experimental a la cosecha ya con la aplicación de los EM, la fertilización inicial y de desarrollo, y su control de malezas.

### 3.2.1.2.7. Rendimiento (kg/ha)

Se cosecharon 1.0 m<sup>2</sup> de cada una de las áreas útiles de las parcelas experimentales y el peso se lo expresó en kg/ha, se ajustará en una humedad de 14%.

## 3.2.2 Tratamientos

Para el presente trabajo de investigación los tratamientos consistieron en la aplicación de forma suplementaria a la fertilización en el cultivo de banano dos diferentes microorganismos eficientes en diferentes dosis (Tabla 1).

**Tabla 1.**  
**Tratamientos**

Tratamientos	Siembra	Dosis por ha	Frecuencia de aplicación
T1 Testigo	Trasplante	*	*
T2 <i>Bacillus</i> sp	Trasplante	2 L	20-40-60
T3 <i>Bacillus</i> sp	Trasplante	4 L	20-40-60
T4 <i>Trichoderma</i> sp	Trasplante	1 L	20-40-60
T5 <i>Trichoderma</i> sp	Trasplante	2 L	20-40-60

Elaborado por: El autor, 2024

### 3.2.3 Diseño experimental

Se realizó un diseño de bloques completo al azar (DBCA), basado en cinco tratamientos con cuatro repeticiones. Para la respectiva comparación de medias se emplearon los análisis de varianza y la prueba de Tukey con 5% de nivel de significancia (Tabla 2).

**Tabla 2.**  
**Análisis ANDEVA**

F.V.	Fórmula	Desarrollo	GI
Tratamiento	T – 1	5 – 1	4
Repeticiones	R – 1	4 – 1	3
Error	(T – 1) (R – 1)	(5-1) (4-1)	12
Total	(TR-1)	5*4-1	19

Elaborado por: El autor, 2024

A continuación, se muestran las características de las unidades experimentales y como se conformaron cada una de ellas (Tabla 3).

**Tabla 3.**  
***Características de las parcelas experimentales***

<b>Tipo de diseño</b>	<b>DBCA</b>
Número de tratamientos	5
Número de repeticiones	4
Largo de la parcela	5 m
Ancho de la parcela	5 m
Área de parcela	25 m <sup>2</sup>
Distancia entre hileras	0.25 m
Distancia entre plantas	0.25 m
Número de hileras	20
Plantas por hilera	20
Numero de hileras por columna	80
Área útil de la parcela experimental	1 m <sup>2</sup>
Área útil por tratamiento	4 m <sup>2</sup>
Área útil del ensayo	20 m <sup>2</sup>
Separación entre parcelas	2 m
Separación entre bloques	2 m
Área total del ensayo	858 m <sup>2</sup>

**Elaborado por: El autor, 2024**

### **3.2.4 Recolección de datos**

#### **3.2.4.1. Recursos**

##### **Utilización de microorganismos eficientes**

- TRICHOGENESIS
- BIOGENESIS

##### **Software**

- Infostat
- Project
- Microsoft Word
- Power point

##### **Materiales de campo**

- Estacas
- Piola
- Cinta métrica
- Machetes
- Bomba de mochila
- Bomba de riego

- Libreta de campo
- Bolígrafo
- Balanza
- Insumos agrícolas
- Letreros
- Semillas

#### **Recursos bibliográficos**

- Tesis
- Revistas indexadas
- Internet
- Google académico
- Biblioteca de la Universidad Agraria del Ecuador

#### **Materiales de oficina**

- Computadora
- Cámara fotográfica
- Calculadora
- Registro
- Bolígrafo
- Carpeta
- Resma A4

#### **Recurso humano**

- Personal de campo
- Estudiante
- Catedráticos de la Universidad Agraria del Ecuador

### **3.2.4.2. Métodos y técnicas**

#### **3.2.4.2.1. Método experimental.**

Se utilizó un enfoque experimental para llevar a cabo la investigación. Esto implica la manipulación de las variables (en este caso, el comportamiento agronómico del cultivo: altura de planta, longitud de la panícula, granos por panícula) y la observación de los efectos en la producción de arroz. El método experimental permitió establecer relaciones causales entre los efectos de las diferentes dosis de EM y las variables establecidas.

#### **3.2.4.2.2. Técnica de muestreo aleatorio.**

Para seleccionar las parcelas de cultivo de arroz que formaron parte de la muestra en donde como muestra representativa se evaluó 10 plantas dispuestas dentro del área útil, se empleó una técnica de muestreo aleatorio. Esto garantizó que la muestra sea representativa en el área de estudio.

**Manejo del ensayo: Uso de microorganismos eficientes (EM):** Se procedió a utilizar microorganismos comerciales como TRICHOGENESIS Y BIOGENESIS, lo cual el primero se compone por *Trichoderma* sp. que promueve la estimulación del crecimiento y desarrollo vegetativo de la planta.

Además, acelera la descomposición de los residuos vegetales, mejorando la productividad de los cultivos mediante cuatro mecanismos:

- Colonización de la raíz de la planta
- Promotor del crecimiento
- Inductor de resistencia
- Simbiosis y endofitismo

En cambio, el BIOGENESIS, es un bioestimulante rico en microorganismos y sustancias bioactivas, que contiene altas concentraciones de microorganismos con la capacidad de multiplicar y colonizar la materia orgánica del suelo y ponerla a disposición de las plantas, así como de generar la estabilidad edáfica y foliar.

**Preparación de suelo:** Se utilizó maquinarias e implementos agrícolas convencionales, como el arado, para el respectivo fangueado y nivelado, la forma adecuada y eficiente sería el tractor agrícola.

**Delimitación de la parcela:** El trabajo de estudio experimental, de tipo experimental, se realizó en un área total de 858 m<sup>2</sup>, donde cada parcela se acotó con medidas específicas: cinco metros de largo y cinco metros de ancho. El área de cada parcela será de 25 m<sup>2</sup>, considerando que el área útil de la parcela es de 1 m<sup>2</sup>. Se dispusieron 20 hileras de 20 plantas, resultando en un total de 400 plantas por parcela. La separación entre parcelas fue de 2 m entre bloques y parcelas.

**Siembra:** Se llevó a cabo una prueba de germinación, donde se contabilizó 100 semillas al azar que representan el 100%. Las semillas requeridas se remojo por 24 horas, luego se colocó en sacos tapados con una lona para crear un ambiente propicio para la germinación. Se empleó dos sistemas de siembra por trasplante. La siembra por trasplante se realizó a partir de almácigos a una distancia de 0.25 m x 0.25 m después de 21 días.

**Manejo de insectos:** Se aplicó insecticida KUIK 900 (Methomyl) a razón de 9 g/bomba de 20 litros y Acephate a razón de 100 g/bomba de 20 litros solo cuando la población supere el umbral económico. Se controló las plagas como el gusano cogollero y el chinche apestoso, siendo más numerosas en las parcelas no tratadas con técnicas biológicas.

**Control de malezas:** Se optó por el control manual, se consideró el uso del herbicida post-emergente sistémico AURA (Profoxidim 20%) a razón de 80 cc/bomba de 20 litros a los 45 días después de la siembra para manejar malezas en las etapas iniciales del cultivo.

**Aplicación de microorganismos:** Se diluyo 200 cc y 400 cc de forma equitativa la solución madre en 20 litros de agua, dependiendo del tratamiento. La aplicación se llevó a cabo durante la siembra y a los 30; 45; 60 días después de la siembra.

**Fertilización edáfica N-P-K:** Se aplicó a los 0; 20 y 40 días después de la siembra (dds). Para la 1<sup>a</sup>; 2<sup>a</sup>; 3<sup>a</sup> fertilización N-P-K, se requirió 5 kg de urea y 3.5 kg de DAP, y 4 kg de potasio totalizando 12.5 kg de fertilizante por aplicación. Supliendo el 100% del fósforo y el 50% del potasio a la siembra (0 DDT); 50% del potasio y 50% del nitrógeno a los (20 DDT), finalmente 50% de nitrógeno a los (45 DDT).

**Fertilización foliar:** Se aplicó un abono foliar a base de zinc y boro como suplemento nutricional, a razón de 150 cc/bomba de 20 litros, a los 30 y 60 días después de la siembra.

**Cosecha:** Se realizó de manera manual cuando los granos alcancen su madurez fisiológica.

### **3.2.5 Análisis estadístico**

La investigación se la realizó la valoración estadística para este estudio se consideró cada uno de los tratamientos con sus respectivas repeticiones. Luego, se analizó cada una de las variables con los datos evaluados a través del programa de análisis estadístico (*InfoStat*) con las siguientes hipótesis:

**H0:** Ninguna de las aplicaciones con diferentes dosis de microorganismos eficientes tendrá efecto en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

**H1:** Al menos uno de los tratamientos con aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes obtendrá mayor rendimiento en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Determinación del comportamiento agronómico del cultivo de arroz, en base a las aplicaciones de los ME, en el cantón Nobol.

#### 4.1.1 Altura de la planta

De acuerdo con la data de campo obtenida para la variable altura de la planta con la aplicación de microorganismos eficientes como bioestimulantes metabólico de las plantas y complementario a la fertilización en el cultivo de arroz, el análisis muestra que para la variable altura de planta evaluada a 90 días después del trasplante, ninguno de los tratamientos presentó diferencia estadística significativa entre ellos. El mejor promedio en cuanto a la altura de la planta se presentó en el T3 (*Bacillus* sp 4.0 l/ha) con una media de 1.06 metros, teniendo para el tratamiento control T1 (Testigo) altura promedio de 0.96 metros (Tabla 4).

**Tabla 4.**  
**Altura de planta (m)**

Tratamiento	N	Dosis l/ha	Promedio	Significancia
T3 <i>Bacillus</i> sp	4	4.0	1.06	a
T5 <i>Trichoderma</i> sp	4	2.0	1.03	a
T2 <i>Bacillus</i> sp	4	2.0	1.02	a
T4 <i>Trichoderma</i> sp	4	1.0	1.02	a
T1 Testigo	4	0.0	0.96	a
CV (%)			3.32	

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

**Elaborado por: El autor, 2024**

#### 4.1.2 Longitud de panícula

En lo que respecta a la variable promedio de longitud de la panícula de acuerdo con el efecto a la aplicación de microorganismos eficientes, se muestra que existió diferencia estadística significativa entre los diferentes tratamientos aplicados comparados con el tratamiento control. Sin embargo, no se manifestó diferencias estadísticas significativa entre los tratamientos aplicados. Los resultados en la longitud de la panícula arrojaron que el tratamiento T5 (*Trichoderma* sp 2.0 l/ha) obtuvo el mejor promedio de 29.9 cm, finalmente la media más baja en cuanto a la longitud de la panícula de arroz se presentó en el tratamiento control T1 (Testigo) con un valor de 26.2 cm (Tabla 5).

**Tabla 5.**  
**Longitud de panícula**

Tratamiento	Dosis/Ha	Promedio (cm)	Significancia
T5 <i>Trichoderma</i> sp.	2.0	29,9	a
T3 <i>Bacillus</i> sp.	4.0	29,8	a b
T2 <i>Bacillus</i> sp.	2.0	29,5	a b
T4 <i>Trichoderma</i> sp.	1.0	29,3	a b
T1 Testigo	0.0	26,2	b
CV (%)		5.7	

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

**Elaborado por: El autor, 2024**

#### **4.1.3 Número de granos por panícula**

De acuerdo con el análisis que se realizó para la variable número de granos por panícula en el estudio de la aplicación de ME como bioestimulantes y en complementación a la fertilización en el cultivo del arroz, no se presentó una diferencia estadística entre los diferentes tratamientos aplicados. Sin embargo, se evidencia diferencia significativa comparados con el tratamiento control. Los valores en la evaluación del número de granos por panícula muestran que el T3 (*Bacillus* sp. 4.0 l/ha) mostro el resultado más alto con una media de 162.5 granos, teniendo al tratamiento control T1 (Testigo) con el valor más bajo con una media de 137.5 mostrando los beneficios entre aplicar y no aplicar EM en este sistema productivo (Tabla 6).

**Tabla 6.**  
**Número de granos por panícula**

Tratamiento	Dosis/Ha	Promedio	Significancia
T3 <i>Bacillus</i> sp	4.0	162.5	a
T4 <i>Trichoderma</i> sp	1.0	161.0	a
T5 <i>Trichoderma</i> sp	2.0	160.1	a
T2 <i>Bacillus</i> sp	2.0	153.8	a
T1 Testigo	0.0	137.5	b
CV (%)		3.34	

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

**Elaborado por: El autor, 2024**

## 4.2 Productividad del sistema productivo

Para la evaluación de los rendimientos en la producción mediante la aplicación de ME como bioestimulantes y en complementación a la fertilización en el cultivo del arroz, se presentó diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos en estudio. Los resultados de la productividad muestran que los mejores resultados los presentó en T3 (*Bacillus* sp. 4.0 l/ha) con una media en rendimiento de 7890.0 kg/ha, seguido por los tratamientos T5 (*Trichoderma* sp. 2.0 l/ha) y T4 (*Trichoderma* sp. 1.0 l/ha) con promedios en la producción de 7862.5 kg/ha y 7800.00 Kg/ha respectivamente. El T2 (*Bacillus* sp. 2.0 l/ha) presentó una media de 7550.0 kg/ha, el valor más bajo en la productividad se mostró en el T1 (Testigo) con una media de 6602.5 kg/ha en la aplicación de los EM (Tabla 7).

**Tabla 7.**

**Productividad del cultivo de arroz kg/ha**

Tratamiento	Dosis/Ha	Promedio	Significancia
T3 <i>Bacillus</i> sp	4.00	7890.00	a
T5 <i>Trichoderma</i> sp	2.00	7862.50	a b
T4 <i>Trichoderma</i> sp	1.00	7800.00	a b
T2 <i>Bacillus</i> sp	2.00	7550.00	b
T1 Testigo	0.00	6602.50	c
CV (%)		1.96	

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

**Elaborado por: El autor, 2024**

## 4.3 Relación beneficio-costo de los tratamientos en estudio

Para el análisis del costo/beneficio de los tratamientos se aplicó la fórmula  $B/C=VPi/VPe$ , donde los resultados muestran que los tratamientos tuvieron una relación de beneficio costo por encima de 1.00 a la aplicación suplementaria a la fertilización del cultivo del arroz con los diferentes microorganismos eficientes, siendo el T4 (*Trichoderma* sp 1.0 l/ha) con el mejor en la relación beneficio costo con un valor de 1.19, seguido del T5 (*Trichoderma* sp 2.0 l/ha) con un valor de 1.14, para el T2 (*Bacillus* sp 2.0 l/ha) se obtuvo un beneficio costo de 1.05, los valores más bajos se presentan en el T3 (*Bacillus* sp 4.0 l/ha) y T1 (Testigo) con 1.03 y 0.83 respectivamente (Tabla 8).

**Tabla 8.**  
**Relación costo/beneficio de los tratamientos**

Descripción	Valores en dólares americanos (\$)				
	T1	T2	T3	T4	T5
<b>Egresos</b>					
Preparación de terreno	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00
Semillero	75.00	75.00	75.00	75.00	75.00
Trasplante	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00
Alquiler	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Riego	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00
<i>Bacillus</i> sp.	0.00	50.00	100.00	0.00	0.00
<i>Trichoderma</i> sp.	0.00	0.00	0.00	25.00	50.00
Aplicación de urea	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00
DAP	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Sulfato de amonio	38.00	38.00	38.00	38.00	38.00
Muriato de potasio	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
<b>Control Fitosanitario</b>					
Butaclor	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
Pendimentalin	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50
Propanil	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00
Cipermetrina	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00
Jornal	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00
Otros egresos	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
<b>Total, de egresos</b>	<b>1315.50</b>	<b>1340.50</b>	<b>1415.50</b>	<b>1340.50</b>	<b>1340.50</b>
Rendimiento (kg/ha)	6602.50	7550.00	7890.00	7800.00	7862.50
Sacas por hectárea	66.03	75.50	78.90	78.00	78.63
Precio por saca	36.40	36.40	36.40	36.40	36.40
Ingresos por venta	2403.49	2748.20	2871.96	2839.20	2862.13
Utilidades	1087.99	1407.70	1456.46	1498.70	1521.63
Relación beneficio/costo	0.83	1.05	1.03	1.19	1.14

**Elaborado por: El autor, 2024**

## 5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación muestran que los microorganismos eficientes (ME) utilizados en forma complementaria a la fertilización en el cultivo del arroz favorecen en su desarrollo vegetativo. Para la variable altura de la planta, se observa un estímulo en su crecimiento en los tratamientos con los ME, siendo el T3 (*Bacillus* sp. 4.0 l/ha) el que alcanza el mejor resultado con 1.06 metros, seguido de T5 (*Trichoderma* sp. 2.0 l/ha) con 1.02 metros, mientras que el T1 (Testigo) llega a los 0.96 metros. Asimismo, la longitud de la panícula muestra su mejor resultado en el T5 con 29.9 cm. Estos resultados concuerdan con o obtenidos en el trabajo por Cano (2024), donde se evaluó la acción bioestimulante del microorganismo eficiente *Trichoderma* spp. en el desarrollo del cultivo de arroz, teniendo los mejores resultados en los tratamientos llegando a incrementar en 0.7 metros en comparación al testigo. Así mismo, en trabajo realizado por Correa (2021), el uso de *Bacillus* en el cultivo de arroz favoreció en el tamaño de la planta, alcanzando medias en altura de 1.27 metros.

En cuanto a la variable número de granos por panícula los tratamientos con los mejores resultados se presentaron en aquellos que se utilizó los ME, teniendo en el T3 (*Bacillus* sp. 4.0 l/ha) el resultado más alto con una media de 162.5 granos, seguido del T4 (*Trichoderma* sp. 1.0 l/ha) con 161.00 granos y el T1 (Testigo) con una media de 137.50 granos por panícula. Estos resultados son similares a los mostrados por Correa (2021), donde se uso ME del genero *Bacillus* y se estudió el efecto en el desarrollo en el cultivo de arroz, teniendo en la fase reproductiva una media de 161.40 granos por panícula en los tratamientos con la aplicación de *Bacillus*.

En cuanto a los resultados en el rendimiento con la aplicación de los microorganismos eficientes en el cultivo de arroz se obtuvieron los mejores resultados, se presentó en el T3 (*Bacillus* sp 4.0 l/ha) una media de 7890.0 kg/ha en el rendimiento, seguido por los tratamientos T5 (*Trichoderma* sp 2.0 l/ha) y T4 (*Trichoderma* sp 1.0 l/ha) con promedios de producción de 7862.5 kg/ha y 7800.0 kg/ha, respectivamente. Estos resultados concuerdan con los reportados por Ocón (2022), quien estudia el efecto de *Bacillus* sobre el manchado de grano y el rendimiento en el cultivo de arroz, obteniendo mediante la aplicación del microorganismo eficiente rendimientos que alcanzan los 7077 kg/ha, superando al testigo, que apenas llega a 5210 kg/ha.

En la presente investigación se evidencia que los microorganismos eficientes favorecen en el desarrollo del vegetal, mejorando las características en la etapa vegetativa y en la fase productiva del cultivo de arroz llegando al ser aplicados de forma complementaria a la fertilización. Tal como menciona Barboza et al, (2023), en su investigación sobre bacterias endófitas aisladas del cultivo de arroz, estas muestran un factor promotor de crecimiento en el vegetal. Por lo tanto, los microorganismos eficientes (ME) pueden restablecer el equilibrio microbiológico del suelo, mejorar su condición fisicoquímica, e incrementar la protección y producción de los cultivos.

Para el análisis del beneficio-costo en la aplicación de los microorganismos eficientes como bioestimulantes en el desarrollo del cultivo de arroz, el T4 (*Trichoderma* sp 1.0 l/ha) obtiene el mejor valor en la relación beneficio-costo, con un valor de 1.19, seguido del T5 (*Trichoderma* sp 2.0 l/ha) con un valor de 1.14, mientras que para el T2 (*Bacillus* sp 2.0 l/ha) se alcanza un beneficio-costo de 1.05. De igual forma, Lucas y Llerena (2024), en su estudio sobre la utilización de microorganismos benéficos como biofertilizantes eficientes en el cultivo de arroz, muestran que la relación beneficio-costo favorece la aplicación de microorganismos como *Trichoderma*, alcanzando rangos de 1.07 a 1.08. Por lo cual se acepta la hipótesis planteada que indica que si existe diferencia en la aplicación de microorganismos eficientes en el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos, se concluye que el uso de microorganismos eficientes como *Trichoderma* y *Bacillus*, aplicados como complemento a la fertilización en el cultivo de arroz, tiene un efecto bioestimulante en el desarrollo del cultivo. Esto se refleja en características agronómicas en la fase vegetativa como el tamaño de la planta y en la etapa productiva con el tamaño de la panícula y el número de granos por panícula.

El uso de los microorganismos eficientes aplicado de forma complementaria a la fertilización favorece en la producción en el cultivo del arroz, al tener un efecto estimulante en el desarrollo de la planta en las características productivas del vegetal favoreciendo en los rendimientos que se obtienen en la producción de la gramínea.

La aplicación de microorganismos eficientes como *Trichoderma* y *Bacillus* no afecta en los costos de producción del cultivo del arroz, es decir, que en el análisis de los beneficios costo de la aplicación de los microorganismos podemos obtener valores favorables por encima de 1.00 en relación del costo beneficio.

### 6.2 Recomendaciones

El uso de microorganismo eficientes como microorganismos eficientes como *Trichoderma* y *Bacillus*, pues estos favorecen las características agronómicas del cultivo del arroz, beneficiando el desarrollo vegetativo como el tamaño de la planta, producción de panículas, el número de los granos en el cultivo.

Se incremente el uso de los diferentes microorganismos eficientes en el cultivo del arroz, estos productos favorecen los procesos fisiológicos del vegetal con efectos positivos en las características productivas, incrementando el factor de rendimiento del cultivo, obteniendo beneficios costo favorables para el agricultor o productor de la gramínea.

Las nuevas investigaciones con diferentes microorganismos eficientes que pueden ser aplicados de forma complementaria a la fertilización en el cultivo del arroz, para conocer los efectos que estos muestren sobre el desarrollo de la planta y los beneficios en los rendimientos que podrían existir.

## BIBLIOGRAFÍA

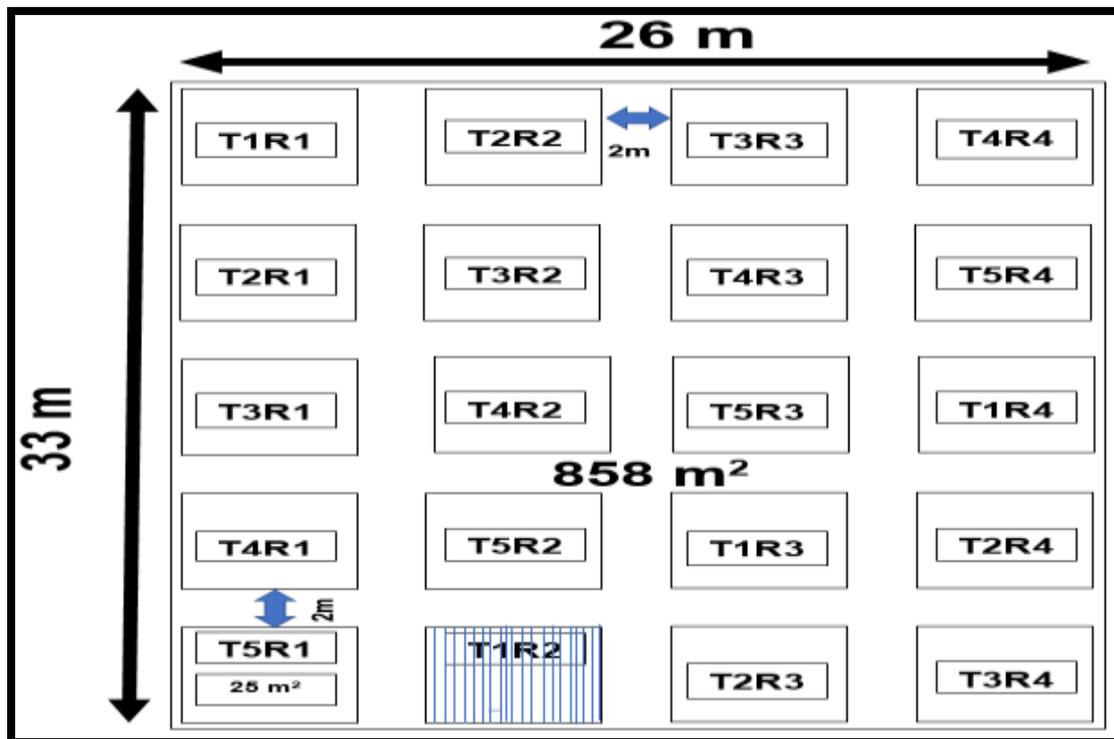
- Acevedo, M. A., Castrillo, W. A. y Belmonte, U. C. (2006). Origen, evolución y diversidad del arroz. *Agronomía Tropical*, 56 (2), 151-170.
- Alarcon, C. J., Recharte, P. D., Yanqui, D. F., Moreno, L. S. y Buendía, M. M. (2020). Fertilizar con microorganismos eficientes autóctonos tiene efecto positivo en la fenología, biomasa y producción de tomate (*Lycopersicum esculentum Mill*). *Scientia Agropecuaria*, 11 (1), 67-73. doi:10.17268
- Alcívar, L. K. (2019). Valoración económica de dos variedades de arroz (*Oryza sativa L.*), aplicando un pool de microorganismos eficientes para el control de la chinche de arroz. [tesis de pregrado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio institucional. <https://repositorio.uteq.edu.ec>
- Asamblea Nacional de Ecuador. (2010). *Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria*. Obtenido de <https://siteal.iiep.unesco.org/>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2016). *Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales*. Quito: República del Ecuador. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/>
- Barboza, G. A., Pérez, C. A. y Chamorro, A. L. (2023). Bacterias endófitas aisladas de cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*) con actividad promotora de crecimiento vegetal. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* , 21 (1), 28-39. doi:18684
- Cano, M. F. R. (2024). Efecto Bioestimulante de *Trichoderma* spp. en el cultivo de Arroz (*Oriza Sativa L.*). [Tesis de Mestría. Universidad Estatal de Milagro]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unemi.edu.ec>
- Correa, J. B. (2021). Efeito da aplicação de *Bacillus amyloliquefaciens* e *Bacillus subtilis* em arroz de terras altas irrigado por aspersão. [Tesis de pregrado. Universidade Estadual Paulista Júlio De Mesquita Filho]. Repositorio institucional. <http://hdl.handle.net>
- Degiovanni, V., Berrío, L. E. y Charry, R. E. (2010). Origen, taxonomía, anatomía y morfología de la planta de arroz (*Oryza sativa L.*). *Producción Eco-Eficiente del Arroz en América Latina*, 4 (24), 9-23.
- Ecuanocticias. (2009). Características esenciales para un buen manejo del cultivo de arroz en Ecuador. <http://ecuanoticias.com.ec/>
- FarmAgro. (2019). Las principales plagas que afectan los cultivos de arroz (*Oryza sativa L.*). <http://farmagro.com/>

- Ferrin, M. R. (2022). Efectos de la aplicación de microorganismo en semillero del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). [Tesis de pregrado. Universidad de Guayaquil]. Repositorio institucional. <https://repositorio.ug.edu.ec/>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censo [INEC], (2022). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua en Ecuador (ESPAC)*. INEC. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP]. (2012). Control de Malezas. En INIAP, *Establecimiento del cultivo de Arroz 3-4*. Ecuador: INIAP. <http://tecnologia.iniap.gob.ec/>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP]. (2014). El cultivo de Arroz (*Oryza sativa* L.). En INIAP, *Preparación del Suelo 2-3*. <http://tecnologia.iniap.gob.ec/>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP]. (2016). Semilla certificadas de arroz. En INIAP, *Establecimiento del cultivo 2-3* INIAP. <http://tecnologia.iniap.gob.ec/>
- López, C. G., Toledo, R. O. y Mesa, S. J. (2017). La producción de arroz en la provincia del Guayas en el período 2011-2015. *Agroecosistemas*, 5 (1), 47-53.
- Lucas, L. J. A. y Llerena, R. L. T. (2024). Microorganismos benéficos como biofertilizantes eficientes en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. 92 pp.
- Marín, D., Urioste, S., Celi, R., Castro, M., Pérez, P., Aguilar, D. y Andrade, R. S. (2021). Caracterización del sector arrocero en Ecuador 2014-2019: ¿Está cambiando el manejo del cultivo? 58. <https://BIOCIAT.com>.
- Mendoza, G. Á. y Córdova, M. A. (2023). Calidad del agua para el riego de cultivos de arroz en la cuenca baja del río Portoviejo, provincia Manabí, Ecuador. *Revista Cubana De Ingeniería*, 14 (1).
- Mesa, R. J. y Martínez, P. E. (2022). Efecto de Me-UCF sobre el crecimiento, Desarrollo y Rendimiento del Cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.), variedad Perla de Cuba en el Municipio Abreus. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10 (2), 101-108.
- Morocho, T. M. y Leiva, M. M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas . *Centro Agrícola*, (46)2, 93-103.

- Ocón Zúniga, H. J. (2022). Efecto de bioplaguicidas comerciales a base de bacterias del género *Bacillus* sobre el manchado de grano y rendimiento en el cultivo (*Oryza sativa* L., cv. Anar-97). [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria]. Repositorio institucional. <https://repositorio.una.edu.ni>
- Ortiz, J., Soto, J., Fuentes, A., Herrera, H., Meneses, C. y Arriagada, C. (2019). The Endophytic Fungus *Chaetomium cupreum* Regulates Expression of Genes Involved in the Tolerance to Metals and Plant Growth Promotion in *Eucalyptus globulus* Roots. *Microorganisms*, 7 (11), 490. doi.org/10.3390
- Paredes, C. M., Becerra, V. V., Donoso, Ñ. G., Olmos, S. y Rodríguez, R. R. (2020). Morfología y estados de crecimiento y desarrollo de la planta de arroz. *INIA*, 14 (3), 2-3.
- Pérez, I. H., Rodríguez, D. I. y García, B. R. (2018). Principales enfermedades que afectan al cultivo del arroz en Ecuador y alternativas para su control. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6 (1), 16-27.
- Poveda, B. G. y Andrade, G. C. (2018). Producción sostenible de arroz en la provincia del Guayas. *Eumed*. <https://www.eumed.net/>
- Ramírez, R. J. (2019). Uso eficiente del agua para la producción de arroz de riego. *INTA*. <http://apps.iica.int/>
- Trópicos. (2019). Influencia de las Prácticas Agronómicas en el Valor Nutricional del Grano (*Oryza sativa* L.). <http://legacy.tropicos.org/>
- Valdez, R., Ríos, W., Ormeño, E., Torres, E. y Torres, J. (2020). Caracterización genética de bacterias endófitas de arroz (*Oryza sativa* L.) con actividad antimicrobiana contra *Burkholderia glumae*. *Revista Argentina de Microbiología*, 119 (1), 19-32. doi:10.1016
- Zurita, L. A. (2021). Adaptación de cuatro variedades de arroz a las condiciones agroclimáticas de Mocache. [Tesis de pregrado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio institucional. <https://repositorio.uteq.edu.ec/>

## ANEXO

Figura 1.  
Croquis del ensayo



Elaborado por: El autor, 2024

Figura 2.  
Ficha técnica de TRICHOGENESIS



Arcadia, 2023

Elaborado por: El autor, 2024

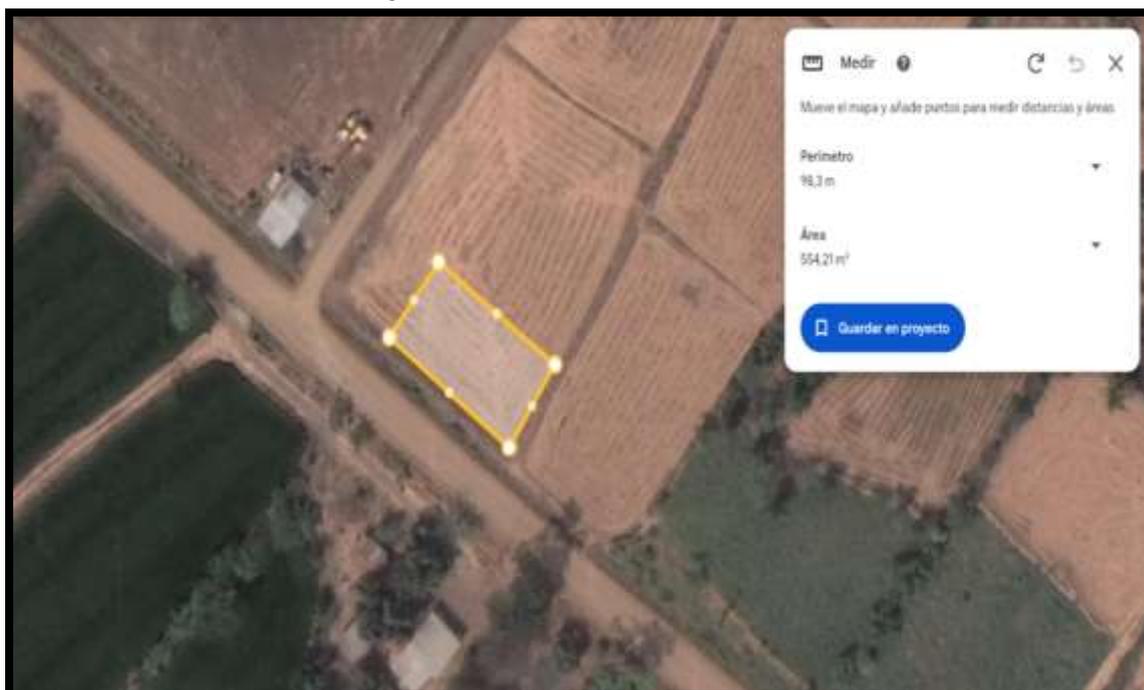
Figura 3.  
Ficha técnica de BIO GENESIS



India, 2023

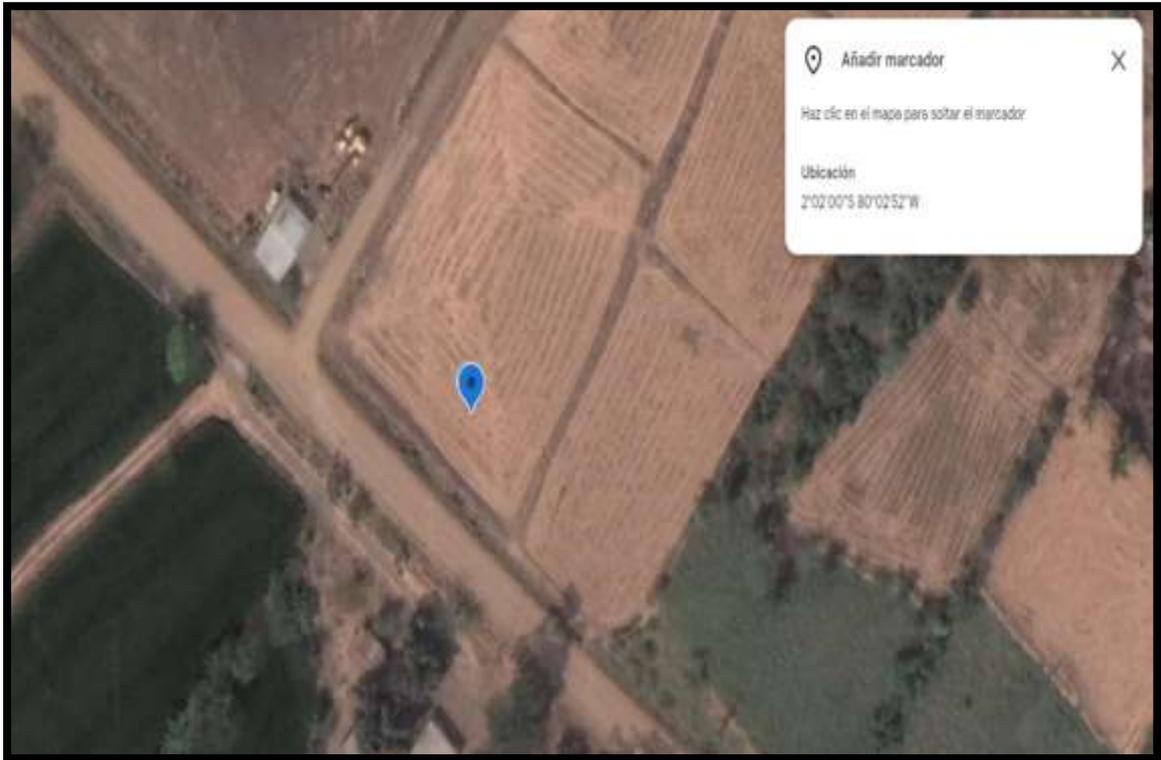
Elaborado por: El autor, 2024

Figura 4.  
Medidas del área de trabajo



Elaborado por: El autor, 2024

**Figura 5.**  
**Georreferenciación del área de trabajo**



Elaborado por: El autor, 2024

**Figura 6.**  
**Preparación del área experimental**



Elaborado por: El autor, 2024

**Figura 7.**  
***Establecimiento de camas y unidades experimentales***



Elaborado por: El autor, 2024

**Figura 8.**  
***Establecimiento de semillero***



Elaborado por: El autor, 2024

**Figura 9.**  
***Trasplante de plántulas***



Elaborado por: El autor, 2024

**Figura: 10**  
***Preparación y aplicación de tratamientos***



Elaborado por: El autor, 2024

**Figura 11.**  
***Fertilización del cultivo***



Elaborado por: El autor, 2024

**Figura 12.**  
***Manejo fitosanitario del cultivo***



Elaborado por: El autor, 2024

**Figura 13.**  
***Evaluación de variables de campo del experimento***



Elaborado por: El autor, 2024

**Figura 14.**  
***Evaluación de variables de rendimiento de los tratamientos***



Elaborado por: El autor, 2024

**Figura 15.**  
**Visita y supervisión del experimento por el tutor**



Elaborado por: El autor, 2024

**Figura 16.**  
**Análisis de variable altura de planta**

Altura planta (cm)					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Altura planta (cm)	20	0,55	0,28	3,32	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	158,82	7	22,69	2,06	0,1294
TRATAMIENTO	90,82	4	22,71	2,06	0,1491
REPETICIONES	68,00	3	22,67	2,06	0,1593
Error	132,07	12	11,01		
Total	290,89	19			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,47714**  
 Error: 11,0057 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
2	101,80	4	1,66	A
5	101,63	4	1,66	A
3	100,63	4	1,66	A
4	100,20	4	1,66	A
1	95,95	4	1,66	A

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

Elaborado por: El autor, 2024

**Figura 17.**  
**Análisis de variable longitud de panícula**

<u>longitud de panícula (cm)</u>						
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
longitud de panícula (cm)	20	0,57	0,31	5,69		
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b>						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	42,29	7	6,04	2,23	0,1059	
TRATAMIENTO	39,10	4	9,78	3,61	0,0373	
REPETICIONES	3,19	3	1,06	0,39	0,7603	
Error	32,47	12	2,71			
Total	74,76	19				
<b>Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,70717</b>						
Error: 2,7054 gl: 12						
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.			
5	29,88	4	0,82	A		
3	29,80	4	0,82	A B		
2	29,48	4	0,82	A B		
4	29,25	4	0,82	A B		
1	26,15	4	0,82	B		
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)						

Elaborado por: El autor, 2024

**Figura 18.**  
**Análisis de variable número de granos por panícula**

<u>Num granos por panícula</u>						
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
Num granos por panícula	20	0,85	0,76	3,34		
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b>						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	1831,36	7	261,62	9,76	0,0004	
TRATAMIENTO	1795,51	4	448,88	16,74	0,0001	
REPETICIONES	35,85	3	11,95	0,45	0,7248	
Error	321,78	12	26,82			
Total	2153,15	19				
<b>Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=11,67124</b>						
Error: 26,8153 gl: 12						
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.			
3	162,53	4	2,59	A		
4	161,03	4	2,59	A		
5	160,70	4	2,59	A		
2	153,88	4	2,59	A		
1	137,05	4	2,59	B		
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)						

Elaborado por: El autor, 2024