



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAN ORTIZ
CARRERA INGENIERÍA EN AGRONOMÍA

**EFFECTO DE BIOFERTILIZANTES COMO COMPLEMENTO
PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL
CULTIVO DE ARROZ EN EL CANTON YAGUACHI**
TRABAJO EXPERIMENTAL

Trabajo de titulación presentado como requisito para la
obtención del título de

INGENIERO AGRONOMO

AUTOR

SCOTT SUÁREZ GEANELLA MARIUXI

TUTOR

VALDEZ RIVERA DANILO RAMIRO

GUAYAQUIL – ECUADOR

2022



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAN ORTIZ
CARRERA INGENIERÍA EN AGRONOMÍA

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **VALDEZ RIVERA DANILO RAMIRO**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **“EFECTO DE BIOFERTILIZANTES COMO COMPLEMENTO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE ARROZ EN EL CANTON YAGUACHI”**, realizado por el estudiante; **SCOTT SUAREZ GEANELLA MARIUXI**, con cédula de identidad N° **0950389155** de la carrera INGENIERA EN 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. VALDEZ RIVERA DANILO RAMIRO

Guayaquil, 17 de octubre del 2022



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DR. JACOBO BUCARAN ORTIZ
CARRERA INGENIERÍA EN 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: **“EFECTO DE BIOFERTILIZANTES COMO COMPLEMENTO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE ARROZ EN EL CANTON YAGUACHI”**, realizado por la estudiante **SCOTT SUAREZ GEANELLA MARIUXI**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Juan Martillo Garcia
PRESIDENTE

PhD. Daniel Mancero Castillo
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Yoansy Garcia Ortega
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Danilo Valdez Rivera
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 17 de octubre del 2022

Dedicatoria

Le dedico este trabajo a Dios por las bendiciones recibidas, a mis padres y familiares que estuvieron a mi lado apoyándome.

Agradecimiento

En los cinco años de estudio de la carrera agradezco a Dios por darme salud para seguir adelante y la sabiduría para poder tomar buenas decisiones y poder culminar mis estudios, a mis padres por el apoyo incondicional e inculcarme el valor de la responsabilidad. Agradezco en especial a mi tutor Danilo Valdez, quien me guio en cada paso de mi trabajo de tesis, a mis hermanas y compañeros por la asesoría, agradezco a mis mascotas que me acompañaban cada noche mientras realizaba mi tesis.

Índice general

PORTADA	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Índice general	6
Índice de tablas	9
Índice de figuras.....	10
Resumen.....	12
Abstract	13
1. Introducción.....	14
1.1 Antecedentes del problema	14
1.2 Planeamiento y formulación del problema	15
1.2.1 Planteamiento del problema.....	15
1.2.2 Formulación del problema.....	16
1.3 Justificación de la investigación	16
1.4 Delimitación de la investigación	16
1.5 Objetivo general.....	17
1.5.1 Objetivos específicos.....	17
1.6 Hipótesis	17
2 Marco teórico.....	18

2.1 Estado del arte	18
2.2 Bases teóricas	19
2.2.1 Origen del cultivo de arroz	19
2.2.2 Taxonomía	20
2.2.3 Morfología de la planta de arroz.....	20
2.2.4 Producción de arroz en el Ecuador.....	20
2.2.5 Requerimientos edafoclimáticos	21
2.2.6 Fertilización	22
2.2.7 Selección de semilla	23
2.3 Marco legal.....	27
3. Materiales y métodos	28
3.1 Enfoque de la investigación.....	28
3.1.1 Tipo de investigación.....	28
3.1.2 Diseño de la investigación	28
3.2 Metodología.....	29
3.2.1 Variables	29
3.2.2 Tratamientos.....	30
3.2.3 Diseño experimental	31
3.2.4 Recolección de datos.....	31
3.2.5 Análisis estadístico	33
4. Resultados.....	35

4.1 Evaluación del efecto de <i>Pseudomonas fluorescens</i> (BP718Ecu) y <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (E109) como complemento para incrementar la productividad en el cultivo de arroz.....	35
4.1.1 Altura de la planta a los 30, 45 y 60 días.....	35
4.1.2 Longitud de la espiga.....	36
4.1.3 Número de granos por espiga.....	37
4.1.4 Macollo por planta.....	37
4.1.5 Peso de 1000 granos.....	38
4.1.6 Panículas por planta.....	38
4.2 Determinación del rendimiento en su relación kg/ha de arroz para cada tratamiento.....	39
4.3 Efectuar el análisis económico en la aplicación de los tratamientos en el cultivo de arroz.....	39
5. Discusión.....	41
6. Conclusiones.....	43
7. Recomendaciones.....	44
Bibliografía.....	45
Anexos.....	52

Índice de tablas

Tabla 1. Tratamientos	30
Tabla 2. Característica de las parcelas experimentales.....	31
Tabla 3. Presupuesto	32
Tabla 4. Modelo de análisis de varianza.....	33
Tabla 5. Análisis estadístico a la altura de las plantas	36
Tabla 6. Análisis estadístico de la longitud de la espiga	36
Tabla 7. Análisis estadístico del número de granos por espiga	37
Tabla 8. Análisis estadístico de macollos por planta	37
Tabla 9. Análisis estadístico del peso de 1000 granos	38
Tabla 10. Análisis estadístico de panículas por planta	39
Tabla 11. Rendimiento kg/ha.....	39
Tabla 12. Beneficio/costo	40

Índice de figuras

Figura 1. Ficha técnica producto <i>Pseudomonas fluorescens</i>	52
Figura 2. Dosis y aplicación del producto	53
Figura 3. Delimitación de la parcela experimental	54
Figura 4. Ubicación del trabajo experimental.....	54
Figura 5. Ficha técnica producto <i>Bradyrhizobium</i>	55
Figura 6. Análisis estadístico de la altura de la planta a los 30 días	56
Figura 7. Análisis estadístico de la altura de la planta a los 45 días	56
Figura 8. Análisis estadístico de la altura de la planta a los 60 días	57
Figura 9. Análisis estadístico de macollos por planta	57
Figura 10. Análisis estadístico de la longitud de la espiga	58
Figura 11. Análisis estadístico del número de granos por espiga	58
Figura 12. Análisis estadístico de panículas por planta	59
Figura 13. Análisis estadístico del peso de 1000 granos	59
Figura 14. Rendimiento kg/ha	60
Figura 15. Medición del área experimental.....	60
Figura 16. Colocación de cintas para los tratamientos	60
Figura 17. Germinación de semilla variedad SF11	60
Figura 18. Preparación de suelo para el semillero.....	60
Figura 19. Semillero de 21 días para el trasplante	60
Figura 20. Preparación de suelo posterior a la siembra.....	60
Figura 21. Sistema de riego por inundación	60
Figura 22. Trasplante a los 21 días del cultivo.....	60
Figura 23. Sembrío del cultivo de arroz	60
Figura 24. Colocación de letreros para los distintos tratamientos	60
Figura 25. Biofertilizantes y bomba de mochila	60

Figura 26. Preparación de dosificación por tratamiento.....	60
Figura 27. Aplicación de los diferentes tratamientos	60
Figura 28. Sistema de riego por inundación	60
Figura 29. Parcelas del cultivo de arroz	60
Figura 30. Medición del área experimental.....	60
Figura 31. Señalización del área experimental toma de datos.....	60
Figura 32. Cultivo de arroz a los 30 días	60
Figura 33. Toma de datos a los 30 días	60
Figura 34. Cultivo de arroz en etapa vegetativa	60
Figura 35. Visita de campo del tutor guía	60
Figura 36. Cultivo de arroz en etapa reproductiva	60
Figura 37. Etapa de maduración del cultivo de arroz.....	60
Figura 38. Toma de datos número de espigas por planta.....	60
Figura 39. Conteo número de macollos por planta	60
Figura 40. Cultivo de arroz en etapa de cosecha	60
Figura 41. Cosecha de 1m ²	60
Figura 42. Cosecha manual del cultivo de arroz.....	60
Figura 43. Cosecha de los diferentes tratamientos de estudio	60
Figura 44. Chicoteo de las plantas cortadas.....	60
Figura 45. Arroz pilado	60
Figura 46. Recolección del arroz.....	60
Figura 47. Análisis de biofertilizantes en laboratorio.....	60
Figura 48. Resultados análisis de suelo	60

Resumen

Los métodos agrícolas intensivos, han provocado que los nutrientes de la tierra sean cada vez más escasos, los suelos del mundo no tienen las condiciones necesarias para suministrar a la planta los nutrientes que necesitan. Se evaluó el efecto de biofertilizantes a base de bacterias antagonistas y fijadoras de nitrógeno en diferentes dosis por tratamiento como un complemento para incrementar la productividad de la variedad de arroz INIAT FL11. Los objetivos planteados fueron: Evaluar el efecto de *Pseudomonas fluorescens* (BP718Ecu) y *Bradyrhizobium japonicum* (E109) como complemento para incrementar la productividad en el cultivo de arroz; Determinar el rendimiento en su relación kg/ha de arroz para cada tratamiento; Efectuar el análisis económico en la aplicación de los tratamientos en el cultivo de arroz. La investigación fue de tipo experimental implementando un diseño de bloques completamente al azar, conformado con 4 tratamientos y 5 repeticiones. Para el estudio estadístico se realizó el análisis de varianza validando los promedios de prueba Tukey al 5%. En el rendimiento kg/ha los resultados demostraron que el mejor tratamiento fue el T3 con un promedio de 2300,00 kg/ha, con la aplicación (*Pseudomonas fluorescens* + *Bradyrhizobium japonicum*) en dosis de 2lt/ha, observándose un incremento en las variables evaluadas como altura de planta, número de macollos y panículas, longitud de panículas, peso de granos. También demostró que la aplicación de los tratamientos en su relación costo/beneficio fue el tratamiento T3 (*Pseudomonas fluorescens* + *Bradyrhizobium japonicum*) con \$1,95 seguido del T2 (*Bradyrhizobium japonicum*) con \$1,76 demostrando que los tratamientos si fueron viables.

Palabras claves: biofertilizantes, productividad, cultivo de arroz.

Abstract

Intensive agricultural methods have caused the nutrients in the soil to become increasingly scarce, the world's soils do not have the necessary conditions to supply the plant with the nutrients they need. The effect of biofertilizers based on antagonistic and nitrogen-fixing bacteria at different doses per treatment was evaluated as a complement to increase the productivity of the INIAT FL11 rice variety. The stated objectives were: To evaluate the effect of *Pseudomonas fluorescens* (BP718Ecu) and *Bradyrhizobium japonicum* (E109) as a complement to increase productivity in rice cultivation; Determine the yield in its relation kg/ha of rice for each treatment; Carry out the economic analysis in the application of treatments in rice cultivation. The research was of an experimental type, implementing a completely randomized block design, made up of 4 treatments and 5 repetitions. For the statistical study, the analysis of variance was carried out, validating the averages of the Tukey test at 5%. In the yield kg/ha, the results showed that the best treatment was T3 with an average of 2300.00 kg/ha, with the application (*Pseudomonas fluorescens* + *Bradyrhizobium japonicum*) in doses of 2lt/ha, observing an increase in the variables evaluated as plant height, number of tillers and panicles, panicle length, grain weight. It also showed that the application of the treatments in their cost/benefit ratio was treatment T3 (*Pseudomonas fluorescens* + *Bradyrhizobium japonicum*) with \$1.95 followed by T2 (*Bradyrhizobium japonicum*) with \$1.76, showing that the treatments were viable.

Keywords: biofertilizers, productivity, rice cultivation.

1. Introducción

1.1 Antecedentes del problema

El arroz (*Oryza sativa L.*) se produce en 113 países, siendo el alimento básico mundial cuenta con un 27% de energía y proteínas diarias y es el alimento más popular del mundo. Además, este cereal se encuentra profundamente relacionado con el patrimonio cultural de numerosas sociedades. El Ecuador es considerado en la región andina como el principal consumidor de arroz, seguido de Perú y Colombia (Velásquez, 2015).

En el país las provincias que lideran tanto la producción como la venta de arroz son Guayas y Los Ríos con 1'971.206 Ha de siembra y 7'683.212 toneladas métricas entre los años 2014. “En el cultivo de arroz las plantas requieren de macro y micro nutrientes esenciales, que son fundamentales para su crecimiento pleno y el logro de rendimientos óptimos” (Izquierdo , 2017, p. 12).

La mayor parte de los suelos del mundo tienen las condiciones necesarias para suministrar a la planta la mayoría de los nutrientes que necesitan. Sin embargo, debido a factores como métodos agrícolas intensivos y cultivo diseñados para crecer más rápidamente, ha provocado que los nutrientes de la tierra sean más escasos (Burgos y Andrade , 2018).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2011) manifiesta que la intensificación de la agricultura demanda una mayor productividad en los cultivos por lo que los agricultores han llevado a un importante aumento en el uso de agroquímicos, ya que es un método relativamente confiable tanto para la fertilización de los cultivos y para el control de plagas. Continuando con la interpretación de Izquierdo (2017) su uso excesivo ha generado numerosos problemas ambientales a nivel mundial, como la destrucción de

ecosistemas naturales, infertilidad de los suelos y en última instancia pérdida de los cultivos.

Por ende, se llevó a cabo la búsqueda de nuevas tecnologías que reduzcan el uso de los productos químicos posibilitando una agricultura que contribuya a la sostenibilidad y cuidado del medio ambiente. Dentro de las alternativas se encuentra la aplicación de *Pseudomonas fluorescens* y *Bradyrhizobium japonicum* son bacterias benéficas para las plantas que permitirá el crecimiento de los cultivos y protección frente al ataque de fitopatógenos (Perez , 2016).

1.2 Planeamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La situación actual del sector arrocero, efectúa una explotación intensiva basadas en el empleo de agroquímicos al predio agrícola, cada vez más caros y dañinos para el medio ambiente, con el pasar del tiempo dichos productos generan problemas en especial al suelo causando el agotamiento de los nutrientes, esto se debe a que no aplican las dosis correctas de los fertilizantes por parte de los agricultores, por lo que su uso indiscriminado influye en la baja producción de los cultivos.

Además, se presentan otros problemas como la resistencia a plagas y enfermedades, por lo tanto, el cultivo se vuelve más susceptible a las variaciones ambientales como la humedad y la temperatura, por lo que pueden enfermar e incluso morir con facilidad.

En otras palabras, la planta tendrá un retraso en su producción los rendimientos serán menores por ende la calidad disminuirá considerablemente. Por tal razón, se

realizará el estudio de investigación en el cantón Yaguachi, para determinar la producción del cultivo de arroz al aplicar microorganismos vivos.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál será el incremento de la producción en el cultivo de arroz al aplicar (*Pseudomonas fluorescens*) y (*Bradyrhizobium japonicum*) como complemento para incrementar la productividad en el cultivo de arroz en el cantón Yaguachi?

1.3 Justificación de la investigación

El manejo productivo del cultivo de arroz implica una agricultura intensiva que saca el máximo provecho de las tierras, utilizando las técnicas, insumos y maquinarias necesarias para una elevada producción. Por lo tanto, la aplicación de bacterias ayudará a mejorar las características de suelo y estimulará el crecimiento y desarrollo del cultivo de arroz.

El trabajo de investigación justifico que el uso de *Pseudomonas fluorescens* y *Bradyrhizobium japonicum*, presento una alternativa que aseguro el mejoramiento de las características físicas, químicas y biológicas del suelo, recuperando así la disponibilidad de nutrientes en la zona de estudio del cantón Yaguachi induciendo a mejores rendimientos y calidad del cultivo.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** La investigación se llevó a cabo en el cantón Yaguachi recinto la inmaculada coordenada UTM 645.405,33/9°760.943,30.
- **Tiempo:** El inicio de la investigación se realizó desde marzo del 2022 un lapso de tiempo de 150 días, hasta Julio del 2022.
- **Población:** Esta investigación va dirigido a los agricultores arroceros del sector Yaguachi.

1.5 Objetivo general

Determinar el uso de los biofertilizantes como complemento para incrementar la rentabilidad en el cultivo de arroz en el cantón Yaguachi.

1.5.1 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de *Pseudomonas fluorescens* (BP718Ecu) y *Bradyrhizobium japonicum* (E109) como complemento para incrementar la productividad en el cultivo de arroz
- Determinar el rendimiento en su relación kg/ha de arroz para cada tratamiento
- Efectuar el análisis económico en la aplicación de los tratamientos en el cultivo de arroz.

1.6 Hipótesis

La aplicación de (*Pseudomonas fluorescens*) y (*Bradyrhizobium japonicum*) junto con los tratamientos de estudio mejorara la calidad y productividad en el cultivo de arroz.

2 Marco teórico

2.1 Estado del arte

Según Ramírez (2018) en su estudio realizado tuvo como objetivo evaluar un biofertilizante a base de bacterias eficientes para evaluar el rendimiento en el cultivo de arroz, el cual se estudiaron cinco tratamientos: Tres conformados por diferentes dosis de microorganismos eficientes, un testigo absoluto y un testigo químico constituido por la aplicación de clorpirifos, tal como se muestra a continuación: T1: Testigo absoluto, T2: 20 l/ha de EM, T3: 40 l/ha de EM, T4: 60 l/ha EM, T5: 1/ha de clorpirifos. La mayor rentabilidad se registró con el T3 de 40 l/ha de microorganismos eficientes con 63.19%.

Gonzales (2011) evaluó la aplicación de fitohormonas, en diferentes etapas de desarrollo del cultivo de arroz en la Universidad Técnica de Machala. Las fitohormonas empleadas fueron: Auxina en dosis de 100 cc/ha; Giberelina 20g/ha; Citocinina 250 cc/ha. Los tratamientos fueron: T1: Axinas; T2: Auxinas + Citoquinina; T3: Auxinas + Citoquinina + Giberelina; T4: Auxinas + Giberelina; T5: Citocinina; T6: Citocinina + Giberelina; T7: Giberelina; T8: testigo absoluto. Las fitohormonas Giberelina, Auxina y Citocinina + Giberelina indujeron mejores rendimientos en el cultivo de arroz, y por ende mayores beneficios. La mejor rentabilidad la logro la fitohormona Giberelina con el 88.59%, seguida de la Auxina del tratamiento con 79.58%.

Sangoquiza (2017) analizo la eficacia de un biofertilizante a base de una cepa fijadora de nitrógeno (*Azopirillum sp.*) y una solubilizadora de fósforo (*Pseudomonas fluorescens*). Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con cinco tratamientos y seis repeticiones los tratamientos son: T1 (*Azopirillum sp.*), T2 (*Pseudomonas fluorescens*), T3 (*A. sp* + *P. seudomonas*), T4 (fertilización

química con N y P) y T5 (control absoluto sin inoculación ni fertilización química). Los resultados obtenidos revelaron que el mayor índice de efectividad de inoculación (IEI), en materia seca de la parte aérea lo obtuvo el T1 con un IEI de 50%; mientras que para la materia seca de la raíz el mejor resultado lo obtuvo el T3 con un IEI de 40%. En relación al contenido de (N) y (P) presentes en el tejido foliar, el T1 presentó la mayor absorción de (N) con 24.49 g/ planta – 1 mientras que el T3 presentó la mayor absorción de (P) con (10.86 g/planta -1). Dichos resultados indican que los microorganismos contenidos en estos biofertilizantes contribuyeron a proporcionar los nutrientes requeridos por la planta en su desarrollo.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Origen del cultivo de arroz

Según Castillo (2010) el arroz (*Oryza sativa*) es una monocotiledónea de la familia de las Poaceas, cuyo cultivo comenzó hace 10000 años, en muchas regiones humedad de Asia tropical y subtropical. Este cultivo es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial por lo que ocupa el segundo lugar después del trigo. Por lo tanto, está relacionado con el patrimonio cultural de numerosas sociedades especialmente en Asia, más de 2000 millones de personas obtienen del arroz sus productos del 60 al 70% de su consumo calórico diario.

El cultivo de arroz es una planta anual o perenne, según las especies o híbridos que le dieron origen a las variedades que pertenecen a las especies *Oryza perenni* y *Oryza breviligulata*, se desarrolla con mayor facilidad en los climas tropicales y subtropicales por lo que puede crecer en diferentes ambientes, pero se recomienda cultivar en un medio caliente y húmedo (Delgado, 2011).

2.2.2 Taxonomía

En la descripción taxonomía del cultivo de arroz según (Ruiz, 2011) lo expresa de la siguiente manera:

- **Nombre científico:** *Oryza sativa* L.
- **Reino:** Plantae
- **Clase:** Monocotiledonea
- **Orden:** Glumiflora
- **Familia:** Graminea
- **Género:** *Oryza*
- **Especie:** *Oryza sativa*

2.2.3 Morfología de la planta de arroz

Según León (2012) indica que el arroz es una gramínea anual, que posee un tallo principal y una cierta cantidad de macollos, las hojas de la planta se encuentran distribuidas en forma alterna a lo largo del tallo y las flores están agrupadas en una inflorescencia denominada panícula, la altura de las plantas en general varía entre 0.4m a 1m dependiendo la variedad. La Semilla de la planta de arroz es un ovario maduro y seco. Ese conforma la cascara formando la lemma y la palea de sus estructuras asociadas (Zambrano , 2016).

La raíz tiene numerosas funciones como dar soporte a la planta de arroz y fijación a la absorción de agua, nutrientes esenciales y presencia de organismos tóxicos (Becerra , 2015).

2.2.4 Producción de arroz en el Ecuador

De acuerdo con los datos del Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos, la superficie sembrada con arroz en el año 2017 fue de 370406 hectáreas, con una producción de 1´440865t, siendo Guayas con el 70.11% y los Ríos con el 24.14%

las provincias que más producen, el resto se distribuyen en otras provincias. Por otro lado, la mayoría de familias siembran arroz en terrenos de su propiedad en la que utilizan una gran variedad de semillas, destacándose la semilla SFL11 e INIAP 14 (Zambrano C. , 2018).

2.2.5 Requerimientos edafoclimáticos

Para el desarrollo del cultivo de arroz depende en gran parte de las condiciones ambientales (Ramírez, 2018).

2.2.5.1. Temperatura

En general el cultivo requiere temperaturas relativamente elevadas para la germinación y maduración, uniformemente creciente antes de la floración. Las temperaturas críticas para la planta, están generalmente por debajo de 20°C y superiores a 30°C y varían de acuerdo con el estado de desarrollo de la planta (Espinoza, 2015).

2.2.5.2. Suelo

Para establecer una siembra de arroz se requiere de suelos de textura fina, media se caracteriza por la sedimentación de llanura y ríos. Los suelos de textura fina dificultan las labores, estos tienden a ser fértiles al tener mayor contenido de suelo arcilloso, materia orgánica y suministrar más nutrientes. Por tanto, el tipo de suelo es un factor fundamental en el manejo del cultivo, tanto para el sistema de riego y la fertilización (Guzmán , 2016).

2.2.5.3. PH

FAO (2017) el Ph de ciertos suelos cambian, debido a que el suelo ácido se eleva por inundación y los suelos de ph alto se vuelven acido. el arroz requiere un

ph de 6.6, con este valor se da la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica y la disponibilidad de fósforo son altas.

2.2.5.4. Precipitación

El arroz se cultiva en zonas bajas con altas precipitaciones, zonas con láminas de agua profundas y en zonas altas en condiciones regularmente drenadas. El desarrollo de las raíces de las plantas jóvenes es máximo cuando la humedad del suelo es un orden de 20% (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], 2014).

2.2.5.5. Requerimiento de agua

Espinoza (2015) expone que el riego por inundación es favorable para el mejor crecimiento, desarrollo y rendimiento de grano el requerimiento de agua varía entre 800 – 1240 mm durante el ciclo, es importante señalar que el sistema de irrigación contribuye al control de malezas.

El riego por inundación para el cultivo de arroz tiene un efecto positivo, principalmente en la fertilización ya que el buen manejo del agua inundando los lotes en el momento oportuno logra aumentar la eficiencia de los fertilizantes aplicados hasta en un 70%. El sistema de riego por inundación provoca cambios en el suelo que hacen que los nutrientes que ya están presente en el suelo se vuelvan disponibles para las plantas, por otra parte, los nutrientes que aplicamos con fertilizantes estén rápidamente disponible y puedan ser absorbidos por las plantas (Marin y Herber ,2016).

2.2.6 Fertilización

La fertilización tiene como objetivo modificar el estado de carencia del suelo respecto a los elementos nutritivos y establecer o restablecer al terreno los

elementos que caracterizan su fertilidad, para eso el suelo debe tener un contenido óptimo de nutrientes, los mismos que se eliminan con la cosecha por lo que deben ser sustituidos por fertilizantes (Tomas, 2014).

Álvarez (2016) en base a los resultados obtenidos en su ensayo con bioestimulante orgánicos en el cultivo de arroz. “Para lograr incrementos en el rendimiento de grano, es indispensable un equilibrado programa de fertilización química con macro y micro nutrientes, acompañado de la aplicación de la aplicación del bioestimulante” (p.5).

2.2.6.1. Fertilización edáfica

Los nutrientes principales del cultivo de arroz son el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Además, absorbe también cantidades importantes de silicio, magnesio, azufre y zinc (Alcivar, 2018).

El potasio es un nutriente esencial para las plantas, y junto al fósforo y al nitrógeno son los tres nutrientes primarios de todo cultivo. Se absorbe por raíces en forma de iónica k^+ . En las plantas no forma compuesto orgánicos, es esencial para la síntesis de proteínas, ayuda a regular el balance hídrico e iónico (Quintero, 2017).

2.2.7 Selección de semilla

Es fundamental el uso de semilla de calidad para la uniformidad de germinación, la semilla para ser sembrada debe estar germinada en más del 80% con germinación uniforme. La cantidad de semilla a utilizar en un área determinada dependerá entonces de varios factores como la variedad, el método de siembra, el sistema de cultivo, la calidad de la semilla y la fertilidad del suelo (Leon , 2015).

2.2.7.1. Siembra

Aguilar (2015) menciona que para la siembra de arroz directa se necesita un promedio de 220 a 350 lb (100 – 160 kg) de semillas por hectárea. En algunas variedades es posible que se necesite de 485 a 550 lb (220 – 250 kg).

Para el trasplante se debe contar con un semillero de un área de 2 – 10% del campo donde se querra trasplantar finalmente las plántulas de arroz.

2.2.7.1. *Pseudomonas fluorescens*

De acuerdo con (Villamizar , 2016) las bacterias *Pseudomonas fluorescens* es bacilos Gram-negativo, saprofitos rectos y curvados. Habitan en el suelo y medios acuáticos. No cuentan con esporas requiere de temperaturas de 25 a 30 °C para su desarrollo y toleran hasta 5 a 42°C. No soportan medios ácidos es decir que necesita de un Ph neutro. Se desplazan en liquido por medio de flagelos polares, su fluorescente pigmento le hace distinguir la luz ultravioleta (Quezada, 2015).

2.2.7.2. Función de *Pseudomonas fluorescens* en el suelo

Las *Pseudomonas fluorescens* han sido extensamente reportadas como PGPR. “Se han identificado mecanismo que generan un aumento de la disponibilidad de nutrientes en el suelo hacia la planta, producción de fitohormas y producción de metabolitos secundario con actividad antifúngica, lo cual tendría un efecto positivo”. (Quesada , 2015, p.12). Dentro de los mecanismos directos de promoción del crecimiento vegetal reportados para *Pseudomonas fluorescens* se encuentran: Producción de ácido indol-3-acetico, solubilización de fòsforo inorgánico, mineralización de fosfato orgánico y la absorción de hierro.

2.2.7.3. *Pseudomonas fluorescens* en la productividad del cultivo de arroz

Jimenez (2018) indica que *Pseudomonas fluorescens* produce sustancias estimuladoras del crecimiento. Las principales sustancias de este tipo son hormonas auxinas, giberelinas y citoquinas. Además, que producen aminoácidos y promotores específicos del crecimiento vegetal, favorecen la capacidad de absorción de agua, las cuales son aplicadas en diferentes etapas fenológicas de la planta con la finalidad de mejorar los suelos y que los nutrientes presentes en el suelo se transformen y sean asimilados por las plantas.

Según (Santoyo , 2017) *P. fluorescens* tiene una gran capacidad para solubilizar fósforo al realizar esta actividad en dos vías: la primera produce ácidos orgánicos la cual interviene en el pH del suelo, permitiendo la solubilización del fósforo inorgánico y liberando al suelo. La otra vía es por medio de las fosfatasas, son enzimas hidrolasas que se presentan en las uniones esterres, librando los grupos fosfatos de la materia orgánica. Estas vías generan una mayor cantidad de fosfato, disponible para ser absorbido por las raíces de las plantas.

Otro aspecto de *P. fluorescens* es la producción de sustancias estimuladoras del crecimiento. Las cuales son giberelinas, hormonas auxinas y citoquininas. Además, producen aminoácidos. La producción de sustancias estimuladoras se produce siempre que sea adecuada concentración de organismos en el sistema radicular y el suelo tenga suficiente cantidad de materia orgánica (Yanes, 2015).

2.2.7.2. *Bradyrhizobium japonicum*

Según Torres (2016) *Bradyrhizobium* es una bacteria gran negativa con forma de barra, fijadora de nitrógeno que desarrolla una simbiosis con la planta de soja *Glyceni max*, la misma que se encuentra en las puntas de la raíz de la planta y

eventualmente coloniza en los nódulos radiculares, dicha bacteria se localiza en simbiosomas derivados de la membrana vegetal.

Herrera (2015) indica que en su relación simbiótica la planta proporciona un ambiente seguro y un suministro de alimentos constante, tales como el carbono, que se utiliza para el crecimiento y la energía. A su vez, las bacterias proporcionan a la planta nitrógeno fijo que es gas nitrógeno que se ha reducido y será fácilmente asimilable por la planta, esto permitirá que las plantas crezcan significativamente en ausencia de fertilizante externo.

Es importante tener el genoma de *Bradyrhizobium japonicum* rasgo beneficiosos y deseables que pueden mejorar la producción (Romero & Bonilla, 2015). Las bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) son microorganismos que crecen alrededor de los tejidos de las plantas, estimulando su crecimiento por diversos mecanismos, como lo son la fijación biológica de nitrógeno, solubilización y mineralización de fosfato.

Nápoles (2015) *Bradyrhizobium* ha sido considerado uno de los géneros de bacterias más estudiados dichos microorganismos benéficos, han demostrado su potencialidad como biofertilizante con reducciones mayores al 70% de fertilización nitrogenada química representando una alternativa para el desarrollo sostenible del cultivo.

De acuerdo con Perez (2016) la especie *Bradyrhizobium japonicum* está considerada como organismos bioestimuladores para el desarrollo de la soya y diversas plantas no leguminosas como el algodón, maíz y arroz, japonicum captura el nitrógeno del aire lo mineraliza y le cede a la planta en una relación de 1 kg de nitrógeno fijado por cada mg de carbohidrato consumido.

Las bacterias de la rizosfera estimulan el crecimiento de las gramíneas por diferentes medios como: fijación de nitrógeno, solubilizadora de nutrimentos, síntesis reguladoras del crecimiento vegetal, producción de sideróforos y control de fitopatógenos (Palma , 2021).

2.3 Marco legal

La ley orgánica de agro biodiversidad, semillas y fomento de agricultura en, artículo 409 de la Constitución de la República del Ecuador determina la conservación del suelo como tema de interés público y prioridad nacional, en especial su capa fértil y la obligación de establecer un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión.

Art. 48.- Agricultura Sustentable. Para efectos de aplicación de esta Ley, se entiende por agricultura sustentable a los sistemas de producción agropecuaria que permiten obtener alimentos de forma estable, saludable, económicamente viable y socialmente aceptable, en armonía con el medio ambiente y preservando el potencial de los recursos naturales productivos, sin comprometer la calidad presente y futura del recursos suelo, disminuyendo los riesgos de degradación del ambiente y de contaminación física, química y biológica de los productos agropecuarios.

Art. 50.- Fomento e incentivos de las buenas prácticas. A fin de apoyar e impulsar el trabajo agrícola de los productos que desarrollan sistemas de agricultura sustentable, orientados a garantizar la seguridad y soberanía alimentarias. El estado a través de la Autoridad Agraria Nacional realizara las siguientes acciones: a) Dictara políticas públicas destinadas a desarrollar estos sistemas de producción: b) impulsara el desarrollo de programas y proyectos de emprendimiento de agricultura sustentable con asistencias técnicas y financiera; c) desarrollara y ejecutara programas de aplicación de la producción, agroindustria, comercialización y exportación de productos generados por estos sistemas de producción agrícola.

Que, el Art. 133, numeral 2 de la Constitución de la Republica, establece que las leyes orgánicas son las que regulan el ejercicio de los derechos y garantías constitucionales y que, en concordancia, el artículo 13 de la Constitución santifica que las personas y pueblos en general tienen derecho al acceso seguro e quebrantable a alimentos saludables, bastante y nutritivos y para eso el Estado iniciara la soberanía alimentaria (Constitucion de la Republica del Ecuador , 2017, P.5).

3. Materiales y métodos

3.1 Enfoque de la investigación

El presente trabajo de investigación tuvo un enfoque de tipo experimental, ya que se evaluó el efecto de las bacterias *Pseudomonas fluorescens* y *Bradyrhizobium japonicum*. Con la recolección de datos permitió probar la hipótesis por medio del análisis estadístico planteado por los métodos aplicados.

3.1.1 Tipo de investigación

El trabajo de investigación experimental está basado en los siguientes tipos de investigación:

- **Investigación descriptiva:** El efecto que tiene la aplicación de las bacterias permitirá conocer el incremento en la rentabilidad del cultivo de arroz.
- **Investigación experimental:** Por medio de la investigación experimental se podrá manipular las variables de estudio en base a los tratamientos de estudio y se determinará la rentabilidad en el cultivo de arroz.
- **Investigación bibliográfica:** Con la utilización de fuentes bibliográficas se pretende obtener información para el desarrollo de la investigación.
- **Investigación exploratoria:** Mediante este trabajo se permitirá conocer la productividad del cultivo de arroz en base a los tratamientos de estudio.

3.1.2 Diseño de la investigación

La investigación estará dirigida al incremento de la productividad del cultivo de arroz, con la utilización de las bacterias *Pseudomonas fluores* y *Bradyrhizobium*, las mismas que tienen efecto de mejorar las características del suelo y suministrar nutrientes a las plantas. El presente trabajo de investigación fue un diseño experimental, de bloques completamente al azar (DBCA) y un análisis de varianza ANDEVA.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. *Variable independiente*

La aplicación de *Pseudomonas fluorescens* y *Bradyrhizobium* como un incremento para la productividad del cultivo de arroz.

3.2.1.2. *Variable dependiente*

Las variables dependientes a evaluarse son:

- **Altura de la planta (cm):** La altura de plantas se evaluó a los treinta días, establecido el cultivo de arroz, se utilizó un flexómetro para tomar la altura desde el suelo hasta el ápice de la hoja central. Se seleccionaron 10 plantas al azar de cada parcela y se promedió, la unidad fue en centímetro.
- **Longitud de espiga (cm):** Para determinar la longitud de espiga, se seleccionaron diez panículas en el área de la parcela útil por cada tratamiento, se midió el nudo ciliar hasta el último grano, expresado en centímetros.
- **Macollo por planta:** Se seleccionaron las 10 plantas al azar de cada tratamiento del área útil y se procedió a contar el número de macollos por planta
- **Número de granos por espiga:** Se escogieron las espigas del área útil 10 plantas y se contaron los granos de las espigas, se promedió un dato.
- **Peso de 1000 granos (g):** Se escogieron las espigas de 10 plantas al azar del área útil del tratamiento, se pesaron los mil granos, utilizando una balanza analítica, se ajustó la humedad al 14%. Los datos se expresaron en gramos.

- **Panículas por plantas:** En el área útil de la parcela se seleccionaron 10 plantas las cuales se evaluó el número de panículas por plantas al azar, se determinó un promedio
- **Productividad (kg/ha):** Se promedió cada tratamiento y se lo expreso en kilogramos por hectáreas
- **Análisis económico:** Utilizando el método de análisis en la relación beneficio costo mediante la siguiente fórmula.

$$Relacion \frac{Beneficio}{Costo} = \frac{Ingreso}{Egreso}$$

- **Análisis de suelo:** Se enviaron muestras de suelo para su respectivo análisis, físico y químico de los suelos antes y después de la aplicación de los tratamientos.

3.2.2 Tratamientos

La fertilización se realizó mediante un análisis de suelo y de acuerdo a los requerimientos nutricionales del cultivo de arroz. Se efectuaron dos aplicaciones, en semillas y a los 21 días del trasplante la dosificación se efectuó en cm³ por cada tratamiento. Tal como lo recomienda la ficha técnica “FOCRAT” se deben hacer aplicación de 2 a 3 L por ha con frecuencia de 20 días x 2.

Tabla 1. Tratamientos

N°	Tratamientos	Dosis /Semillas 10 lb	Dosis/ ha	Dosis/ tratamientos	Frecuencia de aplicación
T1	<i>Pseudomonas fluorescens</i> (BP718ECU)	20 ml	2 lt	5 cc	0 días y 21 días
T2	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> (E109)	20 ml	2 lt	5 cc	0 días y 21 días
T3	<i>Pseudomonas fluorescens</i> (BP718Ecu) + <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (E109)	40 ml	2 lt +2t	10 cc	0 días y 21 días
T4	Testigo	-	-	-	-

Scott, 2022

3.2.3 Diseño experimental

Para el diseño experimental se realizó un (DBCA) diseño de bloques completamente al azar conformado con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, con 20 unidades experimentales.

3.2.3.1. Delimitación experimental

Tabla 2. Característica de las parcelas experimentales

Tipo de diseño	DBCA
Número de tratamientos	4
Total de repeticiones	5
Número de parcelas	20
Hilera por parcela	16
Distancia entre parcela	1m
Ancho de parcela	5m
Largo de la parcela	5m
Distancia entre planta	0.25 m
Distancia entre hilera	0.30 m
Área total de la parcela	25 m ²
Total, área útil	775 m ²

Scott, 2022

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

- **Materiales experimentales:** Se empleó biofertilizantes a base de *Pseudomonas fluorescens* y *Bradyrhizobium japonicum* en el cultivo de arroz variedad INIAP FL 11.
- **Materiales y herramientas:** Cámara fotográfica, computadora, impresora, machete, baldes, pala, flexómetro, insumos. Semillas, letreros, bolígrafos, bomba, botas, guantes y mangueras de riego.
- **Recursos humanos:** Docente guía en el cultivo de arroz, tesista y agricultores en la zona de estudio.

- **Recursos bibliográficos:** La información se enfocó en la búsqueda sitios bibliográficos, consultas en fuentes de libros, artículos de revista, informes, Google académico.
- **Recursos económicos:** El trabajo de investigación fue financiado por recursos propios del tesista.

Tabla 3. Presupuesto

Materiales	Total, dólares (\$)
Biofertilizantes	35
Terreno	200
Análisis de suelo	30
Riego	50
Insecticidas	25
Semillas INIAP	90
Jornales	100
Preparación del terreno	60
Total	590

Scott, 2022

3.2.4.2. Métodos y técnicas

3.2.4.2.1. Manejo de ensayo

- **Análisis de suelo:** Se realizó un análisis de suelo y se determinó los nutrientes que requería el cultivo de arroz.
- **Preparación del terreno:** Se realizó la labor de arado y nivelación del terreno para después aplicar una lámina de agua aceptable para el fanguero.
- **Semillero:** Se efectuó el semillero de arroz con la variedad INIAP FL 11 las mismas se sumergieron en agua junto con la aplicación de los biofertilizantes por 24h para después se las dispersó en el terreno y permitir su germinación.
- **Siembra:** Se realizó el trasplante del arroz con plantines de 21 días de la variedad INIAP FL 11.

- **Aplicación de biofertilizantes:** A los 21 días del cultivo se aplicaron los tratamientos de estudios, se utilizó una bomba de mochila.
- **Control de malezas:** Para el manejo de malezas fue de forma manual y de acuerdo a la presencia de las mismas.
- **Control plagas y enfermedades:** Se controló de acuerdo a la presencia de las mismas utilizando insecticidas u otros similares.
- **Cosecha:** La cosecha fue de forma manual, se realizó a los 120 días del cultivo cuando el grano presento la madurez fisiológica requerida.
- **Riego:** El riego se realizó por medio de inundación utilizando una bomba de presión.
- **Fertilización:** Se aplicó fertilizantes sintéticos como Sulfato de magnesio $MgSO_4$, Nitrógeno, Urea, Muriato de potasio K_2O se aplicó a los 25, 30, 45 días.

3.2.5 Análisis estadístico

En el proyecto se desarrolló un diseño de bloque completamente al azar (DBCA), con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Se aplicó el análisis de varianza (ANDEVA). Para la comparación de las medias se utilizó la prueba de Tukey con ajuste al 5% de significancia.

3.2.5.1. Esquema del análisis de varianza ANDEVA

Tabla 4. Modelo de análisis de varianza

Fuente de variación	Formula	Desarrollo	Grados de libertad
Tratamientos	(t-1)	(4-1)	3
Repeticiones	(r-1)	(5-1)	4
Error experimental	(t1) (r- 1)	(4-1) (5-1)	12
Total	(Tr-1)	5*4-1	19

Scott, 2022

3.2.5.2. Hipótesis estadística

Ho: Ni uno de los diferentes tratamientos de biofertilizante incrementara la productividad en el cultivo de arroz en el cantón Yaguachi.

Ha: Al menos uno de las diferentes aplicaciones de biofertilizante incrementara la productividad en el cultivo de arroz en el cantón Yaguachi.

4. Resultados

4.1 Evaluación del efecto de *Pseudomonas fluorescens* (BP718Ecu) y *Bradyrhizobium japonicum* (E109) como complemento para incrementar la productividad en el cultivo de arroz

4.1.1 Altura de la planta a los 30, 45 y 60 días

Como se observa en la tabla 5, se efectuó el análisis de varianza y test de Tukey en la altura de las plantas a los 30, 45 y 60 días, denotando que a los 30 días no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados, puesto que el p-valor (0.24) es superior al nivel de significancia (0.05). Es decir, que durante los primeros 30 días de aplicación de los tratamientos, las plantas obtuvieron una altura similar creciendo, 26.82 cm con el tratamiento T3 (*Pseudomonas fluorescens* + *Bradyrhizobium japonicum*), dio una altura de 25.68 cm con el tratamiento T2 (*Bradyrhizobium japonicum*), 25.42 cm con el tratamiento T1 (*Pseudomonas fluorescens*) 25.42 cm y en el tratamiento (testigo) T4 crecieron 24.5 cm en promedio.

Las plantas a partir de los 45 días de aplicación de los tratamientos presentan una diferencia estadísticamente significativa, dado que p-valor es inferior al nivel de significancia. El tratamiento T3 comprendido por (*Pseudomonas fluorescens* + *Bradyrhizobium japonicum*) fue el que arrojó el mejor promedio con 35,3 cm en comparación con el tratamiento (testigo)T4 el cual la altura fue de 32,26 cm.

A los 60 días se analizó nuevamente la altura de las plantas, encontrando valores similares para todos los tratamientos. Las medias de los tratamientos no evidencian diferencias estadísticamente significativas, dado que el p-valor es mayor que el nivel de significancia.

Tabla 5. Análisis estadístico a la altura de las plantas

Tiempo	Tratamientos	Medias	CV	E.E.	Grupo	p-valor
30 días	T4	24.50	6.70	0.77	A	0.2402
	T1	25.42		0.77	A	
	T2	25.68		0.77	A	
	T3	26.82		0.77	A	
45 días	T4	32.26	1.49	0.23	A	< 0.0001
	T1	34.06		0.23	B	
	T2	34.28		0.23	B	
	T3	35.30		0.23	C	
60 días	T4	1.10	5.86	0.03	A	0.3099
	T1	1.14		0.03	A	
	T2	1.16		0.03	A	
	T3	1.18		0.03	A	

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

Scott, 2022

4.1.2 Longitud de la espiga

En la tabla 6 se presenta el análisis de varianza aplicado en la longitud de la espiga, y el test de Tukey, presentando una diferencia estadísticamente significativa, dado que p-valor es inferior al nivel de significancia., se puede observar que el tratamiento T3 (*Pseudomonas fluorescens* + *Bradyrhizobium japonicum*) presentaron igualdad estadística con promedio de 26.50 cm y 26.70 cm respectivamente. Por otro lado, el tratamiento T3 y tratamiento T4 (testigo) presentaron diferencias significativas. El coeficiente de variación fue de 1.01%.

Tabla 6. Análisis estadístico de la longitud de la espiga

Tratamientos	Medias	CV	E.E.	Grupo	p-valor
T4	25.52	1.01	0.12	A	< 0.0001
T1	26.50		0.12	B	
T2	26.70		0.12	B C	
T3	27.02		0.12	C	

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

Scott, 2022

4.1.3 Número de granos por espiga

La tabla 7 se efectuó el análisis de varianza y test de Tukey sobre la longitud de granos por espiga, verificando que la longitud de los granos presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados. En el tratamiento T3 (*Pseudomonas fluorescens* + *Bradyrhizobium japonicum*) se generó el mayor promedio con un número 140 granos. A diferencia de las plantas tratadas con el T1 (*Pseudomonas fluorescens*) y T2 (*Bradyrhizobium japonicum*) que obtuvieron 130 cm y 134 cm respectivamente. El coeficiente de variación fue de 1.93%.

Tabla 7. Análisis estadístico del número de granos por espiga

Tratamientos	Medias	CV	E.E.	Grupo	p-valor
4	123.4		1.14	A	
1	130	1.93	1.14	B	< 0.0001
2	134		1.14	B	
3	140		1.14	C	

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

Scott, 2022

4.1.4 Macollo por planta

Los análisis estadísticos aplicados a los parámetros de macollos por planta representados en la tabla 8, muestran que existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, en vista de que el p-valor (0.0208) es inferior al nivel de significancia (0.05). Rechazando la hipótesis nula, puesto que al menos uno de las diferentes aplicaciones de biofertilizante incrementa la productividad en el cultivo de arroz en el cantón Yaguachi. El coeficiente de variación fue de 4.79%.

Tabla 8. Análisis estadístico de macollos por planta

Tratamientos	Medias	CV	E.E.	Grupo	p-valor
4	22.64		0.51	A	
1	23.34	4.79	0.51	A	0.0208
2	23.62		0.51	A	
3	25.14		0.51	B	

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

Scott, 2022

4.1.5 Peso de 1000 granos

Al analizar la tabla 9 con respecto al peso de 1000 granos por cada tratamiento aplicado, se determinó que existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos, el mejor resultado lo tuvo el T3 con un peso de 25,44 seguido del Tratamiento 2 con 25,14 lo cual indica que los tratamientos si tuvieron efecto. El coeficiente de variación fue de 1.52%.

Tabla 9. Análisis estadístico del peso de 1000 granos

Tratamientos	Medias	CV	E.E.	Grupo	p-valor
4	23.76		0.17	A	
1	24.32	1.52	0.17	A	< 0.0001
2	25.14		0.17	B	
3	25.44		0.17	B	

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

Scott, 2022

4.1.6 Panículas por planta

En la tabla 10, se presenta que los tratamientos T3 (*Pseudomonas fluorescens* + *Bradyrhizobium japonicum*) y tratamiento T2 (*Bradyrhizobium japonicum*) se generó mayor promedio de panículas por planta, los cuales son similares estadísticamente con 14,6 y 14. Estas difieren de los tratamientos T1 (*Pseudomonas fluorescens*) y T4 (Testigo), en los que se evidenció promedios de 13,4 y 13 respectivamente.

La mayor cantidad de panículas se presentó en el tratamiento 3, mientras que el tratamiento que presentó disminución de panículas por plantas fue el tratamiento 4 (testigo), puesto que no se aplicó ninguna dosis de los fertilizantes. El coeficiente de variación fue de 4.60%.

Tabla 10. Análisis estadístico de panículas por planta

Tratamientos	Medias	CV	E.E.	Grupo	p-valor	
4	13		0.28	A		
1	13.4	4.60	0.28	A		0.0056
2	14		0.28	A	B	
3	14.6		0.28		B	

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

Scott, 2022

4.2 Determinación del rendimiento en su relación kg/ha de arroz para cada tratamiento

Tabla 11. Rendimiento kg/ha

Tratamientos	Medias	CV	E.E.	Grupo	p-valor	
3	2300,00		23,45	A		
2	2060,00	2,51	23,45		B	<0,0001
1	2040,00		23,45	B	C	
4	1960,00		23,45		C	

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

Scott, 2022

En la tabla 11, se muestran los resultados obtenidos de la variable rendimiento kg/ha donde el mejor tratamiento fue el T3 con un promedio de 2300,00 kg/ha, seguido por el T2 2060,00 kg/ha, también se observó un bajo rendimiento en el tratamiento (testigo) T4 con un 1960,00 kg/ha. Demostrando que el p-valor es inferior al nivel de significancia la cual presento un efecto en los tratamientos de acuerdo a los rendimientos, el coeficiente de variación fue de 2.51%.

4.3 Efectuar el análisis económico en la aplicación de los tratamientos en el cultivo de arroz

En la tabla 12, se puede observar los datos obtenidos al realizar el análisis económico del tratamiento en estudio, donde la mayor relación costo/beneficio fue el tratamiento T3 (*Pseudomonas fluorescens* + *Bradyrhizobium japonicum*) con \$3,15 seguido del T2 (*Bradyrhizobium japonicum*) con 2,94; mientras que el T1

Pseudomonas fluorescens demostró un B/C de 2,89 y el testigo arrojó un B/C de 2,84. Se evidencia que todos los tratamientos fueron viables. El coeficiente de variación fue de 2.51%.

Tabla 12. Beneficio/costo

Elementos	T1	T2	T3	T4
	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	<i>Pseudomonas s. f. + Bradyrhizobium</i>	Testigo
EGRESOS				
Mano de obra				
Semillero	70	70	70	70
Transplante	70	70	70	70
Aplicación de biofertilizantes	20	20	25	0
Aplicación de funguicida	20	20	20	20
Aplicación de fertilizantes	30	30	30	30
Deshierba manual	70	70	70	70
Aplicación de insecticidas	30	30	30	30
Cosecha manual	70	70	70	70
Limpieza de muros	30	30	30	30
Urea	55	55	55	55
Foliar	25	25	25	25
Herbicida	70	70	70	70
Biofertilizantes	20	20	20	20
Completos	275	275	275	275
Maquinarias				
Arado	55	55	55	55
Fanguero	50	50	50	50
Riego (Bombeo)	75	75	75	75
Transporte	77	77	77	77
Semilla				
INIAP FL 11	60	60	60	60
Total egresos	1172	1172	1177	1152
INGRESOS				
Rendimiento kg/ha	2040,00	2060,00	2300,00	1960,00
Precios (USD/kg)	0,38	0,38	0,38	0,38
Total ingresos	2040,38	2060,38	2300,38	1960,38
Beneficio neto	-868,38	-888,38	1123,38	808,38
Relación Beneficio/Costo	1,74	1,76	1,95	1,70

Scott, 2022

5. Discusión

De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo de investigación, se determina que la aplicación de (*Pseudomonas fluorescens* + *Bradyrhizobium*) mantuvo mejores resultados en la mayoría de las parcelas experimentales de estudio, se efectuó el análisis de varianza en la altura de las plantas a los 30, 45 y 60 días, denotando que a los 45 días de aplicación de los tratamientos presentan una diferencia estadísticamente significativa, dado que p-valor es inferior al nivel de significancia, donde el tratamiento T3 comprendido por (*Pseudomonas fluorescens* + *Bradyrhizobium japonicum*) fue el que arrojó el mejor promedio 35,3 cm altura de la planta en comparación con el tratamiento testigo el cual no se aplicó biofertilizantes dando una altura de 32,26 cm. tal como lo indica (Ramírez, 2018).

El uso de bacterias benéficas ayuda con la estimulación de la actividad del suelo mejorando la estructura del mismo. Liberando gradualmente los nutrientes durante el crecimiento de la planta. (Vallejo, 2015) comenta que realizó el análisis en la aplicación de bacterias fijadoras de nitrógeno en el cultivo de arroz, con un 50% de la fertilización produce plantas vigorosas dando una mayor biomasa aérea y radica, en especial a los 60 días del cultivo. En la variable de peso de 1000 granos de estudio se determinó que existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos, el mejor resultado lo tuvo el T3 (*Pseudomonas fluorescens* + *Bradyrhizobium*) con un peso de 25,44 seguido del Tratamiento 2 con 25,14 lo cual indica que los tratamientos si tuvieron efecto. Sangoquiza (2017) expone que los biofertilizantes generan diversos efectos en el arroz aumentando la posibilidad de obtener mejor rendimiento en el llenado de semillas obteniendo mayor número de macollamiento, más panículas generando granos más pesados entre otras. Dichos resultados determinan que el uso del biofertilizante si presenta

efectos favorables en el cultivo de arroz, recordando que según (Gonzales, 2011). Dice que dichos biofertilizante son una formulación exclusivamente para satisfacer las necesidades nutricionales en el cultivo de arroz.

Se muestran los resultados obtenidos de la variable de estudio en rendimiento kg/ha donde el mejor tratamiento fue el T3 con un promedio de 2300,00 kg/ha, seguido por el T2 con 2060,00 kg/ha. Teniendo el coeficiente de varianza de 2,51% y un p-valor $<0,0001$ demostrando que si presento un efecto en los tratamientos de acuerdo a los rendimientos. (Castro , 2018) en su estudio de análisis del rendimiento del cultivo de arroz demostró que con la aplicación del biofertilizante en dosis de 300 g/ha se obtiene el mejor rendimiento con 4915,0 kg/ha de los resultados en cuanto a la productividad.

6. Conclusiones

El tratamiento T3 en consideración a la aplicación del biofertilizante a base de (*Pseudomonas fluorescens* + *Bradyrhizobium*), muestra que si obtuvieron mejores resultados en cuanto a la productividad del cultivo con un promedio de 2300,00 kg/ha seguido del Tratamiento T2 con 2060,00 kg/ha.

En su relación costo/beneficio el mejor tratamiento fue el tratamiento T3 (*Pseudomonas fluorescens* + *Bradyrhizobium japonicum*) con un \$1,95 seguido del T2 (*Bradyrhizobium japonicum*) con \$1,76 demostrando que los tratamientos si fueron viable.

La aplicación de bacterias como biofertilizantes incrementan significativamente las características vegetativas de las plantas, al obtener un mayor número de macollos y panículas, como el aumento de peso en las semillas.

7. Recomendaciones

La aplicación de (*Pseudomonas fluorescens* y *Bradyrhizobium japonicum*) en dosis de 4lt/ha, permite obtener mejores resultados en cuanto al rendimiento y características agronómicas del cultivo de arroz.

Se recomienda realizar un previo análisis de suelo antes de la siembra es un indicador para conocer que nutrientes están presentes en el suelo y cuales podemos suministrar a la planta para su posterior desarrollo del cultivo.

A sí mismo, se deben realizar otros estudios que permitan la comparación de dosis adecuadas de las bacterias antagonistas y fijadoras de nitrógeno en diversos cultivos con la finalidad de optimizar la productividad.

Bibliografía

- Aguilar , E. (2015). *Sistema de siembra de arroz* . Obtenido de https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/006-a-arroz_MANEJO.pdf
- Alcivar, J. (2018). Calidad nutricional y rendimiento en el arroz. *SCIELO*. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172018000400005&lng=pt&nrm=iso
- Álvarez, S. (2016). *Pseudomona fluorescens*. Obtenido de <http://revistas.censa.edu.cu/index.php/RPV/article/view/610>
- Becerra , V. (2015). *Morfología y estados crecimiento y desarrollo de la planta de arroz*. Obtenido de [https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/68052/Capitulo%2014.pdf?sequence=3&isAllowed=y#:~:text=Morfolog%C3%ADa%20de%20la%20ra%C3%ADz&text=La%20planta%20de%20arroz%20desarrolla,nodales\)%20\(Foto%201\)](https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/68052/Capitulo%2014.pdf?sequence=3&isAllowed=y#:~:text=Morfolog%C3%ADa%20de%20la%20ra%C3%ADz&text=La%20planta%20de%20arroz%20desarrolla,nodales)%20(Foto%201)).
- Burgos, G., & Andrade, C. (2018). *Produccion del cultivo de arroz*. Obtenido de <https://www.eumed.net/rev/cccss/2018/03/produccion-arroz-ecuador.html//hdl.handle.net/20.500.11763/cccss1803produccion-arroz-ecuador>
- Castillo, W. (2010). Origen cultivo de arroz. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2006000200001
- Castro , J. (2018). *Efecto de bioestimulante a base de algas marinas*. Obtenido de <https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/handle/001/1368/Efecto%20de>

Constitución de la República del Ecuador . (2018). Obtenido de https://www.tfc.com.ec/uploads/noticia/adjunto/668/REGLAMENTO_A_LA_LEY_ORG%C3%81NICA_DE_AGROBIODIVERSIDAD__SEMILLAS_Y_FOMENTO_DE_LA_AGRICULTURA_SUSTENTABLE.pdf

Constitución de la República del Ecuador. (2017). *Ley orgánica de agrobiodiversidad fomento a la agricultura sustentable*. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Ley-Organica-Agrobiodiversidad-Semillas-y-Fomento-de-Agricultura.pdf>

Delgado, F. (2011). Manual agrícola de los principales cultivos del Ecuador. Obtenido de http://ecuanoticias.com.ec/info_técnica_arroz.pdf

Espinoza, K. (2015). Estudio fenológico del cultivo de arroz. Obtenido de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1130/7/CD335_TESIS.pdf

FAO. (2011). Producción del cultivo de arroz. Obtenido de <http://www.fao.org/3/y2778s/y2778s04.htm>

FAO. (2017). *Producción sostenible del cultivo de arroz*. Obtenido de <http://www.fao.org/economic/est/publicaciones/publicaciones-sobre-el-arroz/seguimiento-del-mercado-del-arroz-sma/es/>

Flores, S. (2016). La Contaminación Agrícola por el uso de Agroquímicos. Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8042/1/T-UCE-0013-Ab-390.pdf>

Gonzales, S. (2011). *Respuesta del arroz oriza sativa l. a la aplicación de tres fitohormonas en diferentes etapas de desarrollo*. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/98>

Guzmán , D. (2016). *Manejo Agronomico del cultivo de arroz*. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2837/Manejo%20agron%C3%B3mico%20del%20cultivo%20de%20arroz%20%28Oryza%20sativa%20L.%29%20sembrado%20bajo%20riego%20en%20finca%20Ranchos%20Horizonte%3B%20Ca%C3%B1as%2C%20Guanacaste%2C%20Costa%20Rica..p>

Herrera , M. (2015). Comparación entre coinoculación simple con Bradyrhizobium y Azopirillum. *SCIELO*. Obtenido de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1668-298X2010000200002&script=sci_arttext&tlng=en

INIAP. (2014). Producción del cultivo de arroz. Ecuador. Obtenido de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rarroz>

Izquierdo, J. (2017). *Contaminación de los suelos agrícolas*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14712/1/UPS-CT007228.pdf>

Jiménez, F. (2018). Bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de arroz. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/5145/TE-UTB-FACIAGING%20AGRON-000128.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Leon , J. (2015). *Producción de semilla de arroz*. Obtenido de <file:///C:/Users/windows/Downloads/Dialnet-ProduccionDeSemillasDeArrozConAltaCalidadObtenidas-5350838.pdf>

León, J. (2012). Morfología de la planta de arroz. Obtenido de https://betuco.be/rijst/Morfologia_planta_arroz.pdf

- Marin , A., & Herber , L. (2016). Principios basicos para el manejo del riego enelcultivo de arroz. Obtenido de https://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/Manual_Aguador.pdf
- Nápoles , M. (2015). Bradyrhizobium japonicum en los cultivos de interes comercial. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362011000400002
- Palma , J. (2021). *Estudio de Bacterias fijadora de nitrogeno como promotora de crecimiento vegetal.* Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/10339/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000175.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Las%20bacterias%20de%20vida%20libre,control%20de%20fitopat%C3%B3genos%20del%20suelo>
- Perez , H. (2016). *Efecto de la inoculación mixta de Rhizobium y Bradyrhizobium.* Obtenido de [file:///C:/Users/windows/Downloads/895-Texto%20del%20art%C3%ADculo-2280-1-10-20150720%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/windows/Downloads/895-Texto%20del%20art%C3%ADculo-2280-1-10-20150720%20(3).pdf)
- Quesada, G. (2015). Pseudomonas fluorescens. *SCIELO*, 3. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522015000300008
- Quezada, G. (2015). Control biologico y pantogeno . *Scielo*. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v30n3/rpv08315.pdf>
- Quintero, C. (2017). Obtenido de <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/fertilizacion-altos-rendimientos-arroz-t40444.htm>

Quintero, C. (2017). Fertilización para el rendimiento del arroz. *Agricultura*.
Obtenido de <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/fertilizacion-altos-rendimientos-arroz-t40444.htm>

Ramírez, E. (2018). Microorganismos eficientes en el cultivo de arroz. Obtenido de <https://www.uv.mx/personal/asuarez/files/2011/02/Microorganismos-efectivos.pdf>

Romero, F., & Bonilla, R. (2015). Respuesta de *Bradyrhizobium* en semillas de soya. *SCIELO*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262015000200008

Ruiz, N. (2011). Manejo del cultivo de arroz. Guayaquil. Obtenido de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rarroz>

Sangoquiza, C. (2017). *Respuesta de la absorción de nitrógeno y fósforo de maíz al inocular Pseudomonas fluorescens*. Obtenido de INIAP: <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/943/2530>

Santoyo, G. (2017). *Pseudomonas fluorescens: Mecanismos y aplicaciones en la agricultura sustentable*. Obtenido de <https://revista.itson.edu.mx/index.php/rlrn/article/view/286>

Toala, M. (2015). Evaluación de microorganismos eficientes. Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2217/1/Tesis-22agr.pdf>

Tomas, N. (2014). Fertilización del cultivo de arroz. Obtenido de <https://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/223233/Ficha%20t%C3%A9cnica%201.%20%20La%20fertilizaci%C3%B3n%20del%20arroz.pdf?sequence=2>

- Torres , D. (2016). *Conicet*. Obtenido de Mecanismo de crecimiento vegetal Bradyrhizobium E109: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/113787>
- Vallejo, M. (2015). Evaluación de la asociación bacterias fijadoras de nitrógeno en el cultivo de arroz . Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122008000100006
- Vargas, J. (2015). *Microorganismos promotoras del crecimiento vegetal para su aplicacion en el cultivo*. Bogota. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Nathalia-Florez-Zapata/publication/333878048_Bioprospeccion_de_microorganismos_promotores_de_crecimiento_vegetal_para_su_aplicacion_en_el_cultivo_de_arroz/links/5d0a411c299bf1f539cf529c/Bioprospeccion-de-microorganismo
- Velásquez, A. (2015). Análisis económico, social y político de la cadena agroalimentaria del arroz en el Ecuador. Quito. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12428/disertaci%2B%C2%A6n%20arroz%20Inicio%20Vel%2B%C3%ADsquez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Villamizar , L. (2016). *Prototipo de formulación y atmósfera de empaque*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/biote/v17n2/v17n2a11.pdf>
- Yanes, M. (2015). Evaluación de la capacidad promotora de crecimiento vegetal de una cepa Pseudomonas fluorescens. Obtenido de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/8456/1/uy24-17746.pdf>

Zambrano . (2016). *Morfología de la planta de arroz*. Obtenido de <http://agrocarloszambrano.blogspot.com/2017/01/morfologia-de-la-planta-de-arroz.html>

Zambrano, C. (2018). Productividad del cultivo de arroz. Los Rios. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000500270#:~:text=Seg%C3%BAn%20datos%20del%20Instituto%20Ecuatoriano,en%20otras%20provincias%20\(Ecuador.%20Instituto](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000500270#:~:text=Seg%C3%BAn%20datos%20del%20Instituto%20Ecuatoriano,en%20otras%20provincias%20(Ecuador.%20Instituto)

Anexos

Ficha Técnica

TOXICIDAD: Este producto no genera riesgos de toxicidad para el hombre, organismos benéficos o el medio ambiente, siendo una alternativa efectiva frente a los químicos.

7. CONTRAINDICACIONES

CONTRAINDICACIONES: No mezclar con productos de fuerte reacción alcalina o ácidos, no aplicar en horas de calor intenso ni cuando el viento tenga velocidad mayor de 15 km/h para evitar deriva, no pastorear en áreas tratadas. Utilice el volumen de agua recomendado para evitar derrames de fumigación.

INCOMPATIBILIDAD: Este producto no ha presentado problemas de incompatibilidad, sin embargo, por tratarse de microorganismos vivos es preferible no usar en mezcla y mucho menos con fungicidas.

8. EN CASO DE INTOXICACIÓN

Lleve al paciente al médico y muestre esta etiqueta de primeros auxilios. Consiga inmediatamente atención médica, mientras tanto, se deben aplicar los siguientes primeros auxilios: retire a la persona intoxicada de la fuente de contaminación para evitar mayor contacto, recostándola en un lugar bien ventilado. Si ha habido contacto con la piel, quítese la ropa contaminada y lávese con abundante agua y jabón. Si ha habido contacto con los ojos, lávese con abundante agua limpia por lo menos durante 15 minutos.

RECOMENDACIONES AL MÉDICO: Este producto es derivado de una fermentación de bacterias GRAM - y pertenece al grupo químico de los Biológicos

Síntomas de intoxicación: puede presentar irritación cutánea u ocular en personas alérgicas a los componentes de la formulación, así como posible irritación gástrica si es ingerido.

Antídoto: no hay antídoto específico. Tratamiento sintomático.

EN CASO DE EMERGENCIA LLAME AL:
1800 TOXICO (889426) Atención las 24 horas del día
AGROCONTROL S.A +053 6 680 966.

ASISTENCIA TÉCNICA AGROCONTROL S.A
+053 0 98291 2479 Atención las 24 horas del día
+053 0 98149 1085 Atención las 24 horas del día

9. MEDIDAS PARA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

Evite manejar este producto cerca de ríos, lagunas, arroyos o fuentes de agua. Maneje el envase vacío y los residuos del producto conforme a lo establecido en la ley. En caso de derrames, usar equipos de protección personal y recuperar el producto derramado con materiales absorbentes como tierra o arcillas y recolectar estos desechos en un recipiente hermético para depositar en el centro de acopio autorizado. Realice el triple lavado de los envases vacíos y vierta el agua del enjuague en el tanque de mezcla.

10. PRESENTACIÓN Y EMBODEGADO

Producto de fácil manejo y almacenamiento.
1 Litro, 4 Litros, 5 Litros, 20 Litros.
Caducidad en Percha: Luego de 365 días.
Conserve en lugares frescos: De 10 a 20 ° C.

Revisado: Enero 2020

www.agrocontrol.es.com

Página 3 de 3

Figura 1. Ficha técnica producto *Pseudomonas fluorescens* Focrat, 2022

Ficha Técnica

4. MECANISMO DE ACCIÓN

1.- Su modo de acción es por **ANTAGONISMO** y su mecanismo consiste en interrumpir el desarrollo de microorganismos patógenos por inhibición del crecimiento y reproducción de las bacterias benéficas, como efecto, permite mayor crecimiento radical. Puede prevenir e inhibir enfermedades al evitar la presencia de microorganismo patógenos en la rizosfera.

2.- Su otro modo de acción es por **BACTERIOSTASIS**, cuyo mecanismo es la emisión de sustancias químicas como antibióticos y sideróforos que limitan el crecimiento y desarrollo de los patógenos alrededor de las raíces.

Mal de Panamá causado por *Fusarium oxysporum* Raza 4 Tropical.

Marchitez bacteriana causada por *Rizoctonia solani*

Podredumbre blanda causada por *Fusarium* sp.

Marchitamientos causados por *Pythium ultimum*, *Sarocladium oryzae*, *Gaumannomyces* sp., *Phytophthora* sp., *Stenfilium* sp.,

5. USO Y DOSIS

CULTIVO ***	Dosis Planta cm ³	Dosis ** 100 L/ha	Frecuencia *
<i>Musa</i> sp. Pre vivero (I-S:0) * ^{FOC}	1,2	1,0 a 2,8 L	15 días x 2
<i>Musa</i> sp. Vivero (I-S:0) * ^{FOC}	1,4	1,5 a 2,8 L	20 días x 3
<i>Musa</i> sp. Plantación (I-S:0) * ^{FOC}	1,6	1,8 a 2,8 L	30 días x 4
<i>Musa</i> sp. Enfermas (I-S:0) * ^{FOC}	1,8	2,1 a 3,0 L	15 días x n veces
Hortalizas (tomate, chile, pepino)	-	1,0 a 2,0 L	15 días x 3
Frutales, ornamentales, flores	6,5	1,0 a 2,8 L	15 días x 4
Caña de azúcar	-	2,1 a 3,0 L	20 días x 2
Palma aceitera	7,0	2,1 a 3,0 L	30 días x 2

*^{FOC} Dosis para tratar banano, plátano, orito y otras musáceas contra el MAL DE PANAMA – *F. oxysporum* RAT

*** Tiempo de reingreso por cultivo: 1 horas.

** Dosis para 1 ha. según volumen de agua.

* Frecuencia hasta establecer la población, sin embargo, depende del tipo de cultivo (consultar al técnico proveedor)

(SL) Intervalo de Seguridad: días a transcurrir entre la última aplicación y la cosecha

Semillas: sumergir las semillas 3 a 6 horas en **FOCRAT** ® y plantar normalmente

Viveros: sumergir las plántulas 3 a 6 horas en **FOCRAT** ® y plantar normalmente

Turba: diluir 1 L de **FOCRAT** ® en 10 L de agua, mezclar con 250 Kg de turba

Riego por goteo o aspersión: Diluir **FOCRAT** ® en agua al 1,0 o 3,0%

6. MOMENTO ÓPTIMO DE APLICACIÓN

FOCRAT ® puede incluir en todos los programas de Manejo Integrado de Plagas, como estrategias de prevención o control, puede aplicar mediante los sistemas de fertirrigación o directamente al suelo en drench mediante regaderas o equipos de aspersión. Siempre asegúrese que los tanques de mezcla no contengan residuos de bactericidas ni fungicidas en las mangueras de aplicación, por lo que se recomienda tener equipos exclusivos para aplicación biológica.

PREPARACIÓN DE LA MEZCLA: Vierta en un tanque el 50% del agua a utilizar, luego agregue **FOCRAT** ® en las dosis correspondientes, agite la mezcla, luego, afore el tanque con el 50% de agua faltante, parte del agua utilice para enjuagar y lavar los recipientes que se hayan untado del producto y vierta en el mismo tanque. Agite la mezcla total hasta que se homogenice la solución. Para aplicaciones foliares incluya un adherente de confianza y asperjee de inmediato, no guarde la mezcla para ser aplicada más tarde. Si la aplicación toma más de media hora, vuelva a agitar la solución en el tanque.

APLICACIÓN: De preferencia deben realizarse al atardecer o al amanecer, evitando las horas de máxima insolación, aplique al suelo mediante el sistema de riego o drench. El pH de la solución debe estar entre 5.5 - 6.5 y los carbonatos de calcio entre 0 – 200 ppm, puede mezclarse con otros productos biológicos, previa prueba de compatibilidad y cuyo pH no exceda de 7.

Figura 2. Dosis y aplicación del producto Focrat, 2022

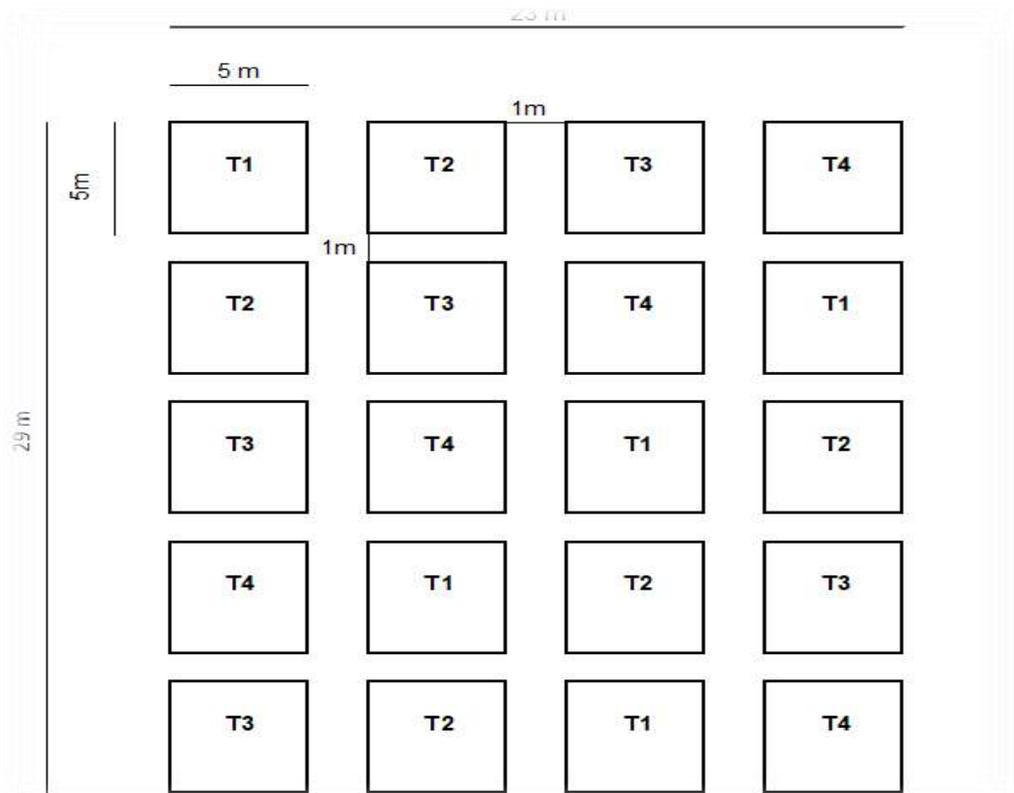


Figura 3. Delimitación de la parcela experimental
Scott, 2022



Figura 4. Ubicación del trabajo experimental
Google maps, 2022

Inoculante biológico acuoso con turba incorporada.
 Sus bacterias fijadoras de Nitrógeno genéticamente seleccionadas son de la especie *Bradyrhizobium japonicum*.
INDUBAC se produce con cepas de efectividad ampliamente evaluada, posibilitando una nodulación más temprana y una eficiente fijación de Nitrógeno. Cada mililitro contiene a la fecha de elaboración no menos de 1×10^8 bacterias, es decir más de 1,000,000 de bacterias por semilla, y al vencimiento, no menos de 200.000 bacterias por semilla.



INDUBAC le permite inocular la semilla con 7 días de anticipación.

LA IMPORTANCIA DE LA INOCULACIÓN
 La inoculación es el proceso por el cual se recubre la semilla con cepas de Rhizobium, seleccionadas especialmente en cantidad suficiente como para producir lo más temprano posible, nódulos de alta eficiencia de fijación de Nitrógeno.
 El cultivo de soja debe acumular una cantidad significativa de Nitrógeno, para satisfacer las demandas del grano. En la siguiente tabla se detallan las necesidades de Nitrógeno del cultivo de soja, para diferentes niveles de rendimiento.
 La soja cuenta con dos fuentes para la obtención de este nutriente: el aporte del suelo y la Fijación Biológica de Nitrógeno (F.B.N.). En nuestro país se han determinado aportes por F.B.N. del orden del 30-70% de las necesidades totales de Nitrógeno del cultivo, dependiendo del nivel de fertilidad del suelo y condiciones climáticas durante el ciclo de cultivo.
Por lo tanto, la inoculación de la semilla es una práctica indispensable para lograr una adecuada provisión de Nitrógeno para el cultivo.
 Las cepas naturalizadas en los suelos suelen ser más competitivas en la infección de las raíces, pero menos efectivas en la Fijación de Nitrógeno de la atmósfera del suelo. En ello radica la importancia de la reinoculación cada año, con cepas genéticamente seleccionadas.



RENDIMIENTO (kg/ha)	NECESIDADES DE NITRÓGENO (kg/ha)
2000	160
3000	240
4000	320

RESULTADOS RED DE ENSAYOS

INTA S DE JULIO / CAMPAÑA 08/09

TRATAMIENTO	INRP N° de nódulos en raíz primaria	INRS N° de nódulos en raíz secundaria	RENDIMIENTO kg/ha.
TESTIGO SIN INOCULAR	8,6	9,3	2738
INDUBAC PREMIUM	25,1	31,9	3202
TRIPLE DOSES INDUBAC PREMIUM	27,1	36,8	3315



INTA SAN ANTONIO DE ARECO / CAMPAÑA 08/09

TRATAMIENTO	MATERIA SECA TOTAL TMS + MSO	RENDIMIENTO kg/ha.
TESTIGO SIN INOCULAR	21,2	1523
INDUBAC PREMIUM	37,2	1858



INDUBAC
 Activar windows
 configuración para activar windows.

Figura 5. Ficha técnica producto Bradyrhizobium

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de la planta cm (3..	20	0.23	0.08	6.70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13.69	3	4.56	1.55	0.2402
Tratamientos	13.69	3	4.56	1.55	0.2402
Error	47.08	16	2.94		
Total	60.77	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.10404

Error: 2.9428 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.
4	24.50	5	0.77 A
1	25.42	5	0.77 A
2	25.68	5	0.77 A
3	26.82	5	0.77 A

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

Figura 6. Análisis estadístico de la altura de la planta a los 30 días
Scott, 2022

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de la planta cm (45..	20	0.85	0.83	1.49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23.99	3	8.00	31.11	<0.0001
Tratamientos	23.99	3	8.00	31.11	<0.0001
Error	4.11	16	0.26		
Total	28.10	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.91731

Error: 0.2570 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.
4	32.26	5	0.23 A
1	34.06	5	0.23 B
2	34.28	5	0.23 B
3	35.30	5	0.23 C

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

Figura 7. Análisis estadístico de la altura de la planta a los 45 días
Scott, 2022

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de la planta cm (60..	20	0.20	0.04	5.86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.02	3	0.01	1.30	0.3099
Tratamiento	0.02	3	0.01	1.30	0.3099
Error	0.07	16	4.5E-03		
Total	0.09	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.12138

Error: 0.0045 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.
4	1.10	5	0.03 A
1	1.14	5	0.03 A
2	1.16	5	0.03 A
3	1.18	5	0.03 A

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

Figura 8. Análisis estadístico de la altura de la planta a los 60 días Scott, 2022

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Macollo/panta	20	0.45	0.34	4.79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16.66	3	5.55	4.31	0.0208
Tratamiento	16.66	3	5.55	4.31	0.0208
Error	20.60	16	1.29		
Total	37.27	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.05337

Error: 1.2878 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.
4	22.64	5	0.51 A
1	23.34	5	0.51 A B
2	23.62	5	0.51 A B
3	25.14	5	0.51 B

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

Figura 9. Análisis estadístico de macollos por planta Scott, 2022

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de espiga (cm)	20	0.85	0.82	1.01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6.27	3	2.09	29.43	<0.0001
Tratamiento	6.27	3	2.09	29.43	<0.0001
Error	1.14	16	0.07		
Total	7.41	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.48215

Error: 0.0710 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
4	25.52	5	0.12	A
1	26.50	5	0.12	B
2	26.70	5	0.12	B C
3	27.02	5	0.12	C

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

Figura 10. Análisis estadístico de la longitud de la espiga Scott, 2022

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº de granos por espiga	20	0.88	0.85	1.93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	729.35	3	243.12	37.69	<0.0001
Tratamiento	729.35	3	243.12	37.69	<0.0001
Error	103.20	16	6.45		
Total	832.55	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=4.59548

Error: 6.4500 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
4	123.40	5	1.14	A
1	130.00	5	1.14	B
2	134.00	5	1.14	B
3	140.00	5	1.14	C

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

Figura 11. Análisis estadístico del número de granos por espiga Scott, 2022

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Paniculas/planta	20	0.53	0.45	4.60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7.35	3	2.45	6.13	0.0056
Tratamiento	7.35	3	2.45	6.13	0.0056
Error	6.40	16	0.40		
Total	13.75	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.14441

Error: 0.4000 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
4	13.00	5	0.28	A
1	13.40	5	0.28	A
2	14.00	5	0.28	A B
3	14.60	5	0.28	B

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

Figura 12. Análisis estadístico de panículas por planta Scott, 2022

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso 1000 granos	20	0.80	0.76	1.52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8.82	3	2.94	20.97	<0.0001
Tratamiento	8.82	3	2.94	20.97	<0.0001
Error	2.24	16	0.14		
Total	11.07	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.67765

Error: 0.1403 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
4	23.76	5	0.17	A
1	24.32	5	0.17	A
2	25.14	5	0.17	B
3	25.44	5	0.17	B

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

Figura 13. Análisis estadístico del peso de 1000 granos Scott, 2022

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Kg/ha	20	0,91	0,86	2,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	345000,00	7	49285,71	17,92	<0,0001
Tratamientos	322000,00	3	107333,33	39,03	<0,0001
Repeticiones	23000,00	4	5750,00	2,09	0,1451
Error	33000,00	12	2750,00		
Total	378000,00	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=98,46731

Error: 2750,0000 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
3	2300,00	5	23,45	A
2	2060,00	5	23,45	B
1	2040,00	5	23,45	B C
4	1960,00	5	23,45	C

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

Figura 14. Rendimiento kg/ha
Scott, 2022



Figura 15. Medición del área experimental
Scott, 2022



Figura 16. Colocación de cintas para los tratamientos
Scott, 2022



Figura 17. Germinación de semilla variedad SF11
Scott, 2022



Figura 18. Preparación de suelo para el semillero
Scott, 2022



Figura 19. Semillero de 21 días para el trasplante
Scott, 2022



Figura 21. Sistema de riego por inundación
Scott, 2022



Figura 20. Preparación de suelo posterior a la siembra
Scott, 2022



Figura 22. Trasplante a los 21 días del cultivo
Scott, 2022



Figura 23. Sembrío del cultivo de arroz
Scott, 2022



Figura 24. Colocación de letreros para los distintos tratamientos
Scott, 2022



Figura 25. Biofertilizantes y bomba de mochila
Scott, 2022



Figura 26. Preparación de dosificación por tratamiento



Figura 27. Aplicación de los diferentes tratamientos



Figura 28. Sistema de riego por inundación
Scott, 2022



Figura 29. Parcelas del cultivo de arroz
Scott, 2022



Figura 30. Medición del área experimental
Scott, 2022

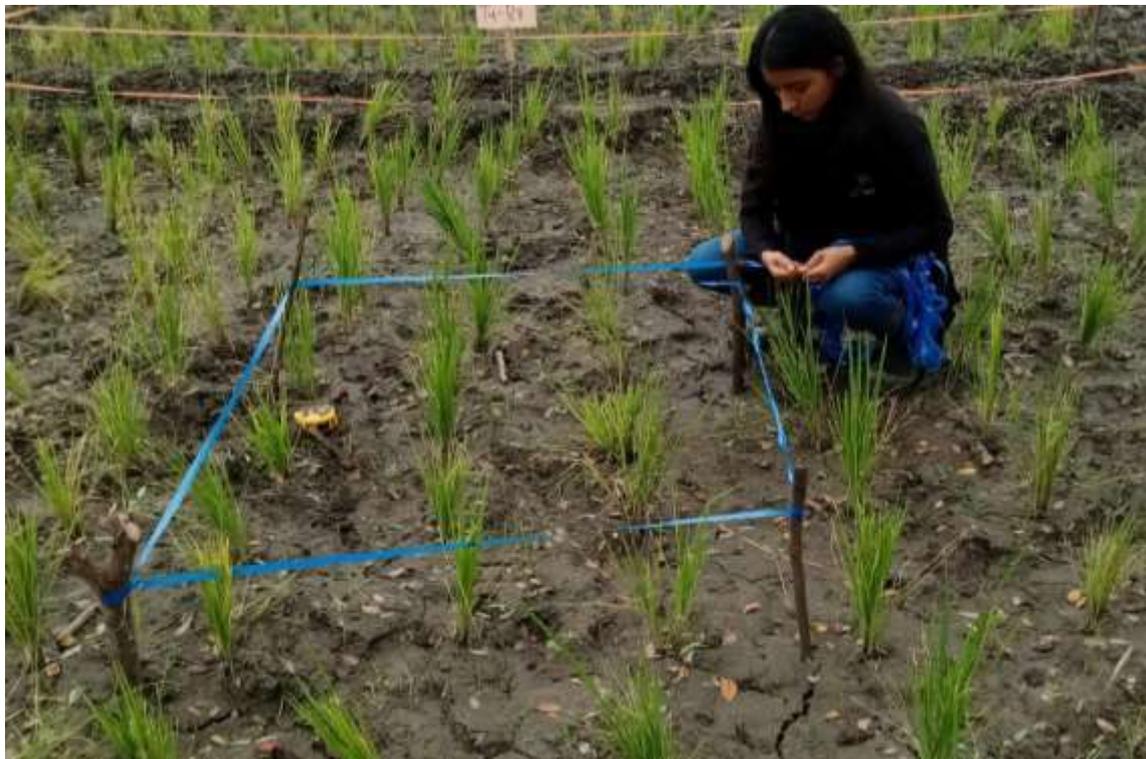


Figura 31. Señalización del área experimental toma de datos
Scott, 2022



Figura 32. Cultivo de arroz a los 30 días
Scott, 2022



Figura 33. Toma de datos a los 30 días
Scott, 2022



Figura 34. Cultivo de arroz en etapa vegetativa
Scott, 2022



Figura 35. Visita de campo del tutor guía
Scott, 2022



Figura 36. Cultivo de arroz en etapa reproductiva
Scott, 2022



Figura 37. Etapa de maduración del cultivo de arroz
Scott, 2022



Figura 38. Toma de datos número de espigas por planta
Scott, 2022



Figura 39. Conteo número de macollos por planta
Scott, 2022



Figura 40. Cultivo de arroz en etapa de cosecha
Scott, 2022



Figura 41. Cosecha de 1m²
Scott, 2022



Figura 42. Cosecha manual del cultivo de arroz
Scott, 2022



Figura 43. Cosecha de los diferentes tratamientos de estudio
Scott, 2022



Figura 44. Chicoteo de las plantas cortadas
Scott, 2022



Figura 45. Arroz pilado
Scott, 2022



Figura 46. Recolección del arroz
Scott, 2022



Figura 47. Análisis de biofertilizantes en laboratorio
Scott, 2022

