



**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**

**APLICACIÓN DE UN ACTIVADOR BIOLÓGICO MÁS  
NPK EN LA ETAPA VEGETATIVA EN DOS VARIEDADES  
EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN EL  
CANTÓN SANTA ROSA**

**AUTOR**

**ARMIJOS ARIAS DANILO FRANKLIN**

**TUTORA**

**ING. GINGER OSTAIZA CLAVIJO, M.Sc.**

**NARANJAL, ECUADOR**

**2025**



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

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, ING. GINGER OSTAIZA CLAVIJO, M.Sc., docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: “APLICACIÓN DE UN ACTIVADOR BIOLÓGICO MÁS NPK EN LA ETAPA VEGETATIVA EN DOS VARIEDADES DE SIEMBRA DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN EL CANTÓN SANTA ROSA”, realizado por el estudiante ARMIJOS ARIAS DANILO FRANKLIN; con cédula de identidad N° 0750210007 de la carrera AGRONOMÍA Unidad Académica Extensión Programa Regional de Enseñanza “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz” Naranjal, 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. GINGER OSTAIZA CLAVIJO, M.Sc.

Naranjal, 13 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: “APLICACIÓN DE UN ACTIVADOR BIOLÓGICO MÁS NPK EN LA ETAPA VEGETATIVA EN DOS VARIEDADES DE SIEMBRA DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN EL CANTÓN SANTA ROSA”, realizado por el estudiante ARMIJOS ARIAS DANILO FRANKLIN, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

---

ING. Martínez Alcívar Fernando M.Sc.  
**PRESIDENTE**

---

ING. Raffo Folleco Luis, M.Sc.  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

ING. Lascano Montes Ariana, M.Sc.  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

Naranjal, 13 de marzo del 2025

### **DEDICATORIA**

El presente trabajo va dedicado a toda mi familia, en especial a mis padres, porque gracias a ellos y a su gran esfuerzo, puedo dar este paso tan importante en mi vida; y a quienes día a día a base de consejos me dan fuerzas para continuar por el camino correcto y seguir cumpliendo mis metas.

Así mismo, quiero dedicar este logro a mis maestros, quienes impartieron sus sabios conocimientos a cada uno de nosotros para enfrentarnos a la vida y demostrar nuestro profesionalismo.

### **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a las autoridades de la Universidad Agraria del Ecuador, por permitirme terminar mis estudios en esta prestigiosa institución; a los docentes de la facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad, por haber compartido sus conocimientos, experiencias y servir de guía en toda mi carrera universitaria.

Expreso mi agradecimiento a los tutores encargados de orientarme en la ejecución de este proyecto de titulación, a mis amistades más cercanas y familiares.

### **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo, ARMIJOS ARIAS DANILO FRANKLIN, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre “APLICACIÓN DE UN ACTIVADOR BIOLÓGICO MÁS NPK EN LA ETAPA VEGETATIVA EN DOS VARIEDADES DE SIEMBRA DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN EL CANTÓN SANTA ROSA”, para optar el título de INGENIERO AGRÓNOMO 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.

Naranjal, 13 de marzo del 2025

ARMIJOS ARIAS DANILO FRANKLIN

**C.I. 0750210007**

## RESUMEN

El presente trabajo estuvo enfocado en evaluar la aplicación de un activador biológico más NPK en la etapa vegetativa en dos variedades de siembra del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Tras realizar el análisis e interpretación de los datos, se concluyó que el tratamiento T2 (IMPACTO Activador Biológico + NPK) obtuvo los mejores resultados en lo que respecta a altura de plantas a los 80 días, número de espigas por planta, granos por espiga y peso de 1000 granos. En cuanto al rendimiento del cultivo, el tratamiento T2 (IMPACTO Activador Biológico + NPK) fue el mejor tratamiento, con un valor de 4185,40 kg/ha. El tratamiento promedio más bajo fue T3 (FERÓN Activador Biológico) con 2151,60 kg/ha en la variable rendimiento del cultivo. Finalmente, se realizó un análisis económico, según los datos de los rendimientos en cada tratamiento y con la relación beneficio/costo se logró demostrar que el tratamiento que predominó en el estudio fue el T2 (IMPACTO Activador Biológico + NPK), con un beneficio/costo de 1,96; lo que significa que por cada dólar invertido se generó una ganancia de 0,96 dólares. En conclusión, se recomienda el empleo de la combinación de semilla impacto con la fertilización combinada de Activador Biológico + NPK para potenciar el desarrollo y el incremento del rendimiento del cultivo de arroz.

**Palabras clave:** Arroz, espigas, fertilizante, panícula, semilla.

## ABSTRACT

The present work was focused on evaluating the application of a biological activator plus NPK in the vegetative stage in two sowing varieties of rice (*Oryza sativa* L.). After analyzing and interpreting the data, it was concluded that treatment T2 (IMPACTO Biological Activator + NPK) obtained the best results in terms of plant height at 80 days, number of spikes per plant, grains per spike and weight of 1000 grains. Regarding crop yield, treatment T2 (IMPACTO Biological Activator + NPK) was the best treatment, with a value of 4185.40 kg/ha. The lowest average treatment was T3 (FERÓN Biological Activator) with 2151.60 kg/ha in the crop yield variable. Finally, an economic analysis was carried out, based on the data on the yields in each treatment and the benefit/cost ratio, which showed that the treatment that predominated in the study was T2 (IMPACT Biological Activator + NPK), with a benefit/cost of 1.96; which means that for every dollar invested, a profit of 0.96 dollars was generated. In conclusion, the use of the combination of impact seed with the combined fertilization of Biological Activator + NPK is recommended to enhance the development and increase the yield of the rice crop.

**Keywords:** Rice, spikes, fertilizer, panicle, seed.



## ÍNDICE GENERAL

|                                                      |           |
|------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>                          | <b>11</b> |
| 1.1 Antecedentes del problema.....                   | 11        |
| 1.2 Planteamiento y formulación del problema.....    | 11        |
| 1.3 Justificación de la investigación.....           | 12        |
| 1.4 Delimitación de la investigación.....            | 12        |
| 1.5 Objetivo general.....                            | 12        |
| 1.6 Objetivos específicos .....                      | 12        |
| 1.7 Hipótesis o idea a defender.....                 | 13        |
| <b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>                         | <b>14</b> |
| 2.1 Estado del arte.....                             | 14        |
| 2.2 Bases científicas y teóricas de la temática..... | 16        |
| 2.3 Marco legal.....                                 | 22        |
| <b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>                  | <b>23</b> |
| 3.1 Enfoque de la investigación.....                 | 24        |
| 3.2 Metodología.....                                 | 25        |
| 3.3 Cronograma de actividades.....                   | 29        |
| <b>4. RESULTADOS.....</b>                            | <b>30</b> |
| <b>5. DISCUSIÓN.....</b>                             | <b>34</b> |
| <b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>        | <b>36</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>                            | <b>38</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                                   | <b>45</b> |
| <b>APÉNDICES.....</b>                                | <b>54</b> |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Anexo N° 1:</b> Tabla 1. Operacionalización de las variables .....              | 17 |
| <b>Anexo N° 2:</b> Tabla 2. Tratamientos .....                                     | 17 |
| <b>Anexo N° 3:</b> Tabla 3. Diseño del análisis de la varianza .....               | 18 |
| <b>Anexo N° 4:</b> Tabla 4. Descripción de las parcelas experimentales .....       | 19 |
| <b>Anexo N° 5:</b> Tabla 5. Presupuesto del estudio.....                           | 20 |
| <b>Anexo N° 6:</b> Figura 1. Croquis del estudio .....                             | 45 |
| <b>Anexo N° 7:</b> Figura 2. Ubicación satelital .....                             | 45 |
| <b>Anexo N° 7:</b> Figura 3. Delimitación de parcelas .....                        | 46 |
| <b>Anexo N° 7:</b> Figura 4. Preparación de semillero.....                         | 46 |
| <b>Anexo N° 7:</b> Figura 5. Germinación de plántulas.....                         | 47 |
| <b>Anexo N° 7:</b> Figura 6. Recolección de plántulas .....                        | 47 |
| <b>Anexo N° 7:</b> Figura 7. Preparación de trasplante .....                       | 48 |
| <b>Anexo N° 7:</b> Figura 8. Siembra de plántulas en parcelas .....                | 48 |
| <b>Anexo N° 7:</b> Figura 9. Siembra de variedad impacto.....                      | 49 |
| <b>Anexo N° 7:</b> Figura 10. Crecimiento vegetativo del cultivo .....             | 49 |
| <b>Anexo N° 7:</b> Figura 11. Preparación de bomba de mochila.....                 | 50 |
| <b>Anexo N° 7:</b> Figura 12. Aplicación de productos en estudio.....              | 50 |
| <b>Anexo N° 7:</b> Figura 13. Medición de sosis de NPK .....                       | 51 |
| <b>Anexo N° 7:</b> Figura 14. Aplicación de NPK .....                              | 51 |
| <b>Anexo N° 7:</b> Figura 15. Visita de la docente guía a la zona de estudio ..... | 52 |
| <b>Anexo N° 7:</b> Figura 16. Recolección de variables .....                       | 52 |
| <b>Anexo N° 7:</b> Figura 17. Aplicación de tratamientos en estudio.....           | 53 |
| <b>Anexo N° 7:</b> Figura 18. Cultivo en fase de maduración.....                   | 53 |

## ÍNDICE DE APÉNDICES

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Apéndices N° 1:</b> Tabla 12. Ánàlisis de varianza altura de plantas.....  | 54 |
| <b>Apéndices N° 2:</b> Tabla 13. Ánàlisis de varianza espigas por planta..... | 55 |
| <b>Apéndices N° 3:</b> Tabla 14. Ánàlisis de varianza granos por espiga ..... | 56 |
| <b>Apéndices N° 4:</b> Tabla 15. Ánàlisis de varianza peso 1000 granos .....  | 57 |
| <b>Apéndices N° 5:</b> Tabla 16. Ánàlisis de varianza rendimiento .....       | 58 |

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Antecedentes del problema**

El arroz (*Oryza sativa* L.), constituye uno de los cereales de mayor consumo a nivel mundial para más de la mitad de la población, después del trigo. Recientemente, se informa que en los años de 2003 al 2005, la producción mundial de este cereal fue de 602 millones de toneladas, con una superficie de siembra de 150 millones de ha y un rendimiento medio anual de 3,9 t/ha (González, 2016).

En Ecuador, en el sector agrícola, el cultivo de arroz es uno de los cultivos que tiene mayor importancia en el país. Esta gramínea ocupa más de la tercera parte del área de producción, por la superficie cultivada. Se considera al arroz uno de los alimentos básicos en la dieta de los ecuatorianos (Santos, 2007).

En Ecuador las zonas de mayor siembra de arroz se la realizan en la provincia de Guayas, y Los Ríos y en estas zonas los productores de arroz trabajan aplicando insumos químicos.

“La aplicación de fertilizantes foliares se utiliza para corregir la deficiencia nutricional y es la forma más rápida de que la planta asimile los nutrientes que el suelo no les aporta” (Heredia, 2013).

### **1.2 Planteamiento y formulación del problema**

#### **1.2.1 Planteamiento del problema**

El cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), es uno de los cultivos básicos, que rigen la economía del país, sin embargo, no cuentan con un manejo técnico apropiado que les permite mejorar la producción de este cultivo.

El uso inadecuado de productos químicos al momento de realizar el trasplante para incrementar la producción puede ocasionar daños en el ambiente, contaminando los suelos provocando la salinización, bloqueo de nutrientes en el suelo, reducción de la flora y fauna microbiana, estos es uno de los principales problemas que existen en el cantón Santa Rosa.

### **1.2.2 Formulación del problema**

¿Con el uso de un activador biológico más NPK en la etapa vegetativa se podrá potenciar el desarrollo del cultivo de arroz e incrementar sus rendimientos?

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

Mediante el uso de un activador biológico más NPK se podrá conocer las dosificaciones que permitan que este cultivo tenga un desarrollo nutricional adecuado el cual permita aumentar los rendimientos.

La utilización de sustitutos biológicos ayuda a reducir el uso excesivo de plaguicidas. Esto sólo puede hacerse si se conoce la eficacia de las alternativas biológicas que se emplearán. En este caso, la gran población de esta plaga se reducirá con la aplicación de biocidas, lo que también disminuirá la necesidad de insecticidas químicos que son causantes de la resiliencia de algunas plagas además del daño que causan al suelo ya que aceleran la degradación de la capa fértil de la tierra.

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

La presente investigación se llevó a cabo bajo las siguientes limitaciones.

- **Espacio:** Se realizó en el cantón Santa Rosa provincia de El Oro, Coordenadas: Longitud: -79.9595200 Latitud: -3.4488200
- **Tiempo:** Este trabajo tuvo una duración de 6 meses y se realizó desde el mes de julio del 2024 hasta diciembre del 2024.
- **Población:** Los beneficiados fueron todos los productores de arroz, en especial los del cantón Santa Rosa.

### **1.5 Objetivo general**

Evaluar la aplicación de un activador biológico más NPK en la etapa vegetativa en dos variedades de siembra del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

### **1.6 Objetivos específicos**

- Determinar las características agronómicas del cultivo según los tratamientos en estudio.
- Identificar la dosis que favorece al desarrollo productivo del cultivo de arroz.
- Realizar el análisis del mejor tratamiento en base a la relación beneficios/costos.

### **1.7 Hipótesis o idea a defender**

Al menos una de las dosis establecidas a la aplicación de un activador biológico más NPK en la etapa vegetativa en dos variedades de siembra del cultivo de arroz mejorará su rendimiento.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Estado del arte

Díaz (2020) en su trabajo realizado determinó que con aplicaciones de humus diluido al 25 % se obtuvo la mayor cantidad de panículas, similar al testigo químico y aplicaciones de ácidos húmicos al 40 % es el mejor abono y dosis en lo que respecta a número de espigas lo que solo tuvo significancia en algunas variables tales como número de espigas y número de macollos.

El objetivo de esta investigación fue evaluar la efectividad de la fertilización orgánica en comparación con la química convencional en el cultivo de arroz. Se analizaron variables como masa seca aérea, masa seca radical y rendimiento de arroz paddy. Aunque la fertilización química alcanzó mayor masa seca aérea, la orgánica logró mayor masa seca radical. Ambos tratamientos obtuvieron rendimientos superiores a 10 t/ha, sugiriendo que la fertilización orgánica puede ser una alternativa ecológica efectiva (Martínez y López, 2021).

El estudio analizó el efecto bioestimulante en el cultivo de arroz. Los estudios revisados indican que la aplicación de bioestimulantes orgánicos fortalecen el sistema radicular, estimula el crecimiento, mejora la absorción de nutrientes y promueve mecanismos de defensa en la planta. Se observaron incrementos en la germinación, longitud de raíz y rendimiento del cultivo, alcanzando hasta 3988,6 kg/ha (Rodríguez, 2023).

El estudio, se centró en cultivos de cereal y girasol, sus hallazgos son relevantes para el cultivo de arroz. La investigación confirmó que los activadores biológicos son una alternativa eficaz en la nutrición del cultivo, obteniendo rendimientos similares a los agro insumos habituales. Este resultado promueve una economía circular en las explotaciones agrícolas sin afectar la producción ni la calidad del producto final, sugiriendo que los biofertilizantes pueden ser considerados en la fertilización de diversos cultivos, incluido el arroz (Cadenaser, 2024).

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la respuesta agronómica del cultivo de arroz ante la aplicación de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), junto con el bioestimulante Bactoplus. Se evaluaron siete tratamientos que

combinaban diferentes dosis de NPK y Bactoplus. Los resultados indicaron que los tratamientos con fertilización NPK mejoraron significativamente variables como altura de planta, número de macollos, días a floración, porcentaje de granos llenos y rendimiento. La combinación de N con Bactoplus mostró un efecto positivo en la longitud de la panícula, y el análisis económico destacó al tratamiento con N y  $P_2O_5$  como el más rentable, con una tasa marginal de retorno del 448,32% (Asto, 2023).

Esta investigación comparó el rendimiento del cultivo de arroz utilizando fertilización química y el biofertilizante. Se evaluaron variables como altura de planta, longitud de panícula, ancho y forma del grano, porcentaje de espiga fértil, longitud del grano, peso de 100 granos y productividad. Los resultados indicaron que el tratamiento con biofertilizante presentó valores superiores en cinco de las variables evaluadas, mientras que la fertilización química destacó en tres. El análisis económico reveló que el uso de biofertilizante ofreció un beneficio/costo de 2,08 dólares, sugiriendo su viabilidad como alternativa sostenible en la fertilización del arroz (Carrión, 2022).

La aplicación de biofertilizantes aumenta la cantidad de nutrientes que pueden adsorber las plantas teniendo un mayor desarrollo y aumento de producción, evitando el daño al medio ambiente, algunos de los beneficios de los biofertilizantes es que son fáciles de preparar, disminuye el déficit de nutrientes, mejora la estructura del suelo, en cuanto al rendimiento también se obtienen grandes beneficios (Bizorrero, 2022).

## **2.2 Bases científicas y teóricas de la temática**

### ***2.2.1 Importancia del cultivo de arroz***

“El arroz es un cereal considerado alimento básico en muchas culturas culinarias (en especial la cocina asiática), así como en algunas partes de América Latina” (Paéz, 2014).

“Es el segundo cereal más producido en el mundo, tras el maíz. Se puede decir que el arroz es el cereal más importante en la alimentación humana y que contribuye de forma efectiva al aporte calórico de la dieta humana” (Penonomé, 2016).



En el desarrollo económico del Ecuador en el sector agrícola ha jugado un papel muy importante. En dicho sector el arroz se ha constituido en un componente clave, debido a que es uno de los productos con mayor demanda a nivel nacional.

La comercialización de la producción de arroz en el Ecuador se basa en buscar satisfacer en primer lugar el mercado interno, por lo tanto, su exportación dependerá del abastecimiento del mercado local y del precio del productor doméstico. Con el fin de garantizar la soberanía alimentaria del país, el Estado ha pasado a ser el principal comprador del sector. Pero a mediano y largo plazo este rol asumido podría ser nocivo, debido a que se generaría una gran dependencia del sector que podría ser perjudicial en el momento en que el Estado sea incapaz de garantizar los precios mínimos y de realizar compras por falta de recursos. (Poveda G., 2017, p. 17)

### **2.2.2 Taxonomía del cultivo de arroz**

Según Ministerio de Agricultura y Ganadería (2014) clasifica taxonómicamente al cultivo de arroz de la siguiente manera:

Reino: Plantae  
División: Magnoliophyta  
Clase: Liliopsida  
Orden: Poales  
Familia: Poaceae  
Género: Oryza  
Especie: Sativa. (p.34)

### **2.2.3 Descripción de la planta**

El crecimiento y desarrollo de la planta de arroz se divide en tres fases principales: vegetativa que comprende desde la germinación de la semilla hasta la iniciación de la panícula, la reproductiva desde la iniciación de la panícula hasta la floración y la maduración desde la floración hasta la madurez total de los granos. (Paredes, 2015, p.11)

#### **2.2.3.1. Fase vegetativa**

Se extiende desde la germinación de la semilla hasta la iniciación de la panícula. Esta etapa se la considera como una de las principales debido a que es donde se desarrolla el macollamiento y es donde más se ubica fertilizantes como el nitrógeno y el potasio esta etapa puede variar dependiendo de la variedad (Piedra, 2015).

### 2.2.3.2. Fase reproductiva

Desde que inician las panículas hasta la floración, en condiciones normales esta etapa dura 30 días en todas las variedades, y es en esta etapa donde deben estar disponibles los nutrientes que se aplicaron con el fin de darle una mayor para lo que falta de su desarrollo. (Batalla, 2017, p. 90)

### 2.2.3.3. Fase de maduración

Anasac Agropecuario (2014) indica “desde la floración hasta la madurez. Al igual que la etapa de reproducción, esta etapa también dura 30 días” (p.2).

### 2.2.4 Descripción botánica

- **Raíces:** “Inicialmente, son gruesas y poco ramificadas; a medida que la planta crece se tornan alargadas y con ramificaciones abundantes” (Liang, 2018).
- **Tallo:** “Corresponde a la estructura característica de las gramíneas. Su longitud va desde 30 cm en las variedades enanas hasta 70 cm en las gigantes” (Cercado, 2016).
- **Hojas:** “Son alternas y están dispuestas a lo largo del tallo. Está constituida por vaina, zona de unión y lámina” (Alfonso, 2014).
- **Panícula:** “Se localiza sobre el extremo apical del tallo y se localiza sobre el último nudo denominado ciliar. Es una inflorescencia que posee un eje principal llamado raquis, que se extiende desde el nudo ciliar hasta el ápice” (Ordeñana, 2016).
- **Espiguillas:** “Están formadas por un pequeño eje llamado raquis, sobre el cual se encuentra una flor simple, formada por dos brácteas denominadas glumas estériles, dos brácteas superiores, llamadas glumas florales, que constituyen la caja floral” (Rodríguez, 2015).
- **Flor:** “Está constituida por seis estambres y un pistilo. Los estambres constan de filamentos delgados portadores de anteras cilíndricas que

contiene cada una entre 500 y 1000 granos de polen. El pistilo contiene el ovario, el estilo y el estigma” (Alán et. al, 2014).

- **Grano:** “El fruto del arroz es una carióspside en que la semilla se encuentra adherida a la pared del ovario maduro, y está formado por la cáscara, que, a la vez, está compuesta por glumelas, raquis y arista” (Ormeño, 2016).

### **2.2.5 Requerimientos edafoclimáticos**

#### **2.2.5.1. Clima**

“Se trata de un cultivo tropical y subtropical, aunque la mayor producción a nivel mundial se concentra en los climas húmedos tropicales, pero también se puede cultivar en las regiones húmedas de los subtrópicos” (Pamies, 2015).

El cultivo se extiende desde el 49-50° de latitud norte a los 35° de latitud sur. El arroz se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2.500 metros de altitud. Las precipitaciones condicionan el sistema y las técnicas de cultivo, sobre todo cuando se cultiva en tierras altas. (Franquet, 2014, p. 73)

#### **2.2.5.2. Temperatura**

El arroz necesita para germinar un mínimo de 10 a 13 °C, considerándose su óptimo entre 30 y 35 °C. Por encima del 40 °C no se produce la germinación. El crecimiento del tallo, hojas y raíces tiene un mínimo exigible de 7 °C, considerándose su óptimo en los 23 °C. Con temperaturas superiores a ésta, las plantas crecen más rápidamente, pero los tejidos se hacen demasiado blandos e inconsistentes, siendo más susceptibles a los ataques de enfermedades. (Cuevas, 2014, p. 119)

#### **2.2.5.3. Suelo**

El cultivo tiene lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propias del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y los deltas de los ríos. Los suelos de textura fina (pesados o fuertes) dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes. Por tanto, la textura del suelo juega un papel importante en el manejo del riego y de los fertilizantes químicos y orgánicos, recordando que la presencia de la biota en un suelo es indispensable para la sostenibilidad del mismo. (Fisher, 2015, p. 31)

#### **2.2.5.4. Potencial de hidrógeno**

La mayoría de los suelos tienden a cambiar su pH hacia la neutralidad pocas semanas después de la inundación. El pH de los suelos ácidos aumenta con la inundación, mientras que para los suelos alcalinos o básicos ocurre justamente lo contrario. El pH óptimo para el arroz es 6,6, pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, y la disponibilidad de fósforo son altas y, además, las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos, están por debajo del nivel tóxico (Burnside, 2017).

#### **2.2.6 Requerimientos hídricos**

Espinoza (2018) afirma que se considera que el arroz requiere 1.200 milímetros de agua bien distribuidos durante el ciclo de cultivo es suficiente para la obtención de buenos rendimientos” (p.18).

#### **2.2.7 Requerimientos nutricionales**

La nutrición apropiada del cultivo de este cereal permite la obtención de mejores resultados en la producción, ya que muchos suelos presentan deficiencias de ciertos minerales, lo que incide en la disminución de los rendimientos y una baja calidad de las cosechas. (Orellana y Tomalá, 2017, p. 63)

“Una fertilización apropiada promueve el crecimiento de las raíces y las plantas pueden soportar mejor los efectos adversos de la sequía” (Mendieta M., 2019, p.11).

La cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio absorbidos por el arroz varía con la fertilidad del suelo, las condiciones climáticas, el híbrido y el manejo de la fertilización, hay una estrecha correlación entre la absorción de esos elementos y el rendimiento de grano. Como regla general, para producir 7,5 t/ha de grano, el arroz necesita 150 kg de nitrógeno, 70 kg de fósforo y cerca de 120 kg de potasio. (Chávez, 2017, p. 18)

#### **2.2.8. Fertilización**

Se entiende por manejo de suelos a la suma total de todas las operaciones de cultivo, prácticas culturales, fertilización, corrección y otros tratamientos conducidos o aplicados a un suelo que buscan la producción de plantas. Es posible que sean encontrados en la planta todos los elementos presentes en el medio de cultivo, debido a la selectividad en el proceso de absorción. Sin embargo, ni todos los elementos presentes en los tejidos de una planta son

necesarios para su crecimiento. Aquellos que de hecho son necesarios son denominados elementos esenciales: carbono, hidrogeno, oxigeno, nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, boro, zinc, cobre, molibdeno y cloro. (SAG, 2015, p. 8)

### **2.2.8.1 Activadores biológicos**

Los abonos orgánicos son fuente de vida bacteriana, las cuales posibilitan la degradación de los nutrientes del suelo y la asimilación de los mismos por las raíces de las plantas. De esta forma también mejora la estructura del suelo, al tener la capacidad mantener la humedad, y realizar la absorción del mismo, teniendo una acción prolongada, duradera y sin afectaciones al suelo, lo cual lo convierte en un gran ahorro económico (Fonag, 2010).

“En investigaciones realizadas sobre el proceso de abonos o productos químicos vs abono orgánico, los resultados han mostrado mejor efectividad en los fermentos de origen orgánico, existe además ahorro económico y es sostenible utilizando, recursos que dispone la región” (Moran, 2016).

Diaz (2020) manifiesta que estos abonos son los desechos líquidos que resultan de la descomposición anaeróbica de los estiércoles (en biodigestores). Funcionan como reguladores del crecimiento de las plantas. Se ha comprobado que aplicados de forma foliar a los cultivos (alfalfa, papa, hortalizas) en una concentración de 20 y 50% se estimula el crecimiento, se mejora la calidad de los productos e incluso tiene cierto efecto repelente sobre las plagas.

Es de suma importancia mencionar que la denominación de humus de lombriz líquido no está bien empleada, en tanto a que la connotación de humus en su sentido estricto hace alusión a una materia orgánica, la cual se caracteriza por ser de consistencia sólida y ser fabricada con los residuos de micro o macro organismos, los cuales pertenecen al suelo como tal, por lo tanto, es más apropiado referirse o emplear la denominación lixiviado de humus de lombriz o extracto acuoso. (Escobar, 2013, p.32)

El producto líquido que se aprovecha con éxito del proceso de la lombricomposta, son los lixiviados que se producen, productos del riego que se le aplican a las camas. Es importante que al recolectar estos lixiviados se vuelvan aplicar dos o hasta tres veces a los mismos contenedores de los cuales fueron obtenidos, estos con el fin de que sean más enriquecidos en cuestión de nutrientes y hormonas (García, 2014).

Para conservar las características físicos- químicas de los lixiviados de lombriz por un periodo de tiempo más prolongado, es conveniente almacenarlos en recipientes de plásticos lo más oscuro posibles y de preferencia en un lugar con sombra (Fonseca, 2014).

## 2.3 Marco legal

### **Constitución Política de la República del Ecuador**

#### **Ley de Desarrollo Agrario**

#### **Capítulo I: Los Objetivos de la Ley**

##### **Artículo 3.** Políticas agrarias.

El fomento, desarrollo y protección del sector agrario se efectuará mediante el establecimiento de las siguientes políticas:

- a)** De cultivo, cosecha, comercialización, procesamiento y en general, de aprovechamiento de recursos agrícolas;
- b)** El fomento, desarrollo y protección del sector agrario se efectuará mediante el establecimiento de las siguientes políticas:
- c)** De capacitación integral al indígena, al montubio, al afroecuatoriano y al campesino en general, para que mejore sus conocimientos relativos a la aplicación de los mecanismos de preparación del suelo,
- d)** De preparación al agricultor y al empresario agrícola, para el aprendizaje de las técnicas modernas y adecuadas relativas a la eficiente y racional administración de las unidades de producción a su cargo.

### **CAPÍTULO V**

#### **Protección y recuperación de la fertilidad de la tierra rural I de producción**

**Artículo 49.-** Protección y recuperación. El Estado 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 De La República Del Ecuador, 2016, p. 14)

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

#### **Investigación, Asistencia Técnica y Diálogo de saberes**

**Artículo 9.** Investigación y extensión para la soberanía alimentaria. - El Estado asegurará y desarrollará la investigación científica y tecnológica en materia agroalimentaria, que tendrá por objeto mejorar la calidad nutricional de los alimentos, la productividad, la sanidad alimentaria, así como proteger y enriquecer la agrobiodiversidad.

**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. (Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, 2014, p. 22)

### **Código orgánico de la producción**

**Art.57** “Democratización productiva en concordancia con lo establecido con la constitución se entenderá por democratización productiva política, mecanismo e instrumento para que genere desconcentración de factores y recursos productivos, y faciliten el acceso al financiamiento capital y tecnológico para la realización de actividades productivas “Párrafo II “El estado protegerá a la agricultura familia comunitaria como garante de la soberanía alimentaria,..., y al macro, pequeño y mediana empresa implementando política que regulan sus intercambios con el sector privado.

**Art. 14.-** Según la Constitución de la República sección II. Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológico equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de lo ecosistema, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. (Código Orgánico De La Producción, Comercio E Inversiones., 2010, p. 26)

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Enfoque de la investigación

El presente trabajo estuvo enfocado en evaluar la aplicación de un activador biológico más NPK en la etapa vegetativa en dos variedades de siembra del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) por lo que tiene un enfoque cuantitativo.

##### **3.1.1 Tipo y alcance de la investigación**

La investigación fue de carácter inductivo con características aplicadas y por el movimiento de las variables de concepción experimental, mediante la recolección de datos permitió probar la hipótesis, lo cual tuvo como resultado obtener de forma segura la relación causa efecto.

##### **3.1.1.1. Investigación experimental**

Tratándose de analizar la aplicación de un activador biológico más NPK en la etapa vegetativa en dos variedades de siembra del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

##### **3.1.1.2. Investigación descriptiva**

Se evaluó y analizó cada variable para documentarla descriptivamente en todos los datos encontrados en el transcurso de esta investigación.

##### **3.1.1.3. Investigación documental**

Se visualizo textualmente todos los datos incluyendo resultados evaluados y analizados obtenidos al final de este estudio.

##### **3.1.1.4. Investigación de campo**

Se realizó el trabajo de estudio en campo por lo que aplica a este tipo de investigación.

##### **3.1.2 Diseño de investigación**

El diseño experimental del estudio es DBCA con arreglo Factorial A x B constituido por cuatro tratamientos de fertilizantes y dos variedades de arroz, con cinco repeticiones obteniendo 20 parcelas experimentales.



## 3.2 Metodología

### 3.2.1 Variables

#### 3.2.1.1. Variable independiente

Fertilizantes, variedades de arroz.

#### 3.2.1.2. Variables dependientes

- **Altura de planta(cm):** este dato se evaluó a los 80 días. Para el efecto de evaluar 10 plantas al azar que estén ubicadas dentro del área útil en cada parcela experimental.
- **Número de espigas por planta:** en la cosecha; para el efecto se contaron las espigas de 10 plantas dentro del área útil de cada parcela experimental.
- **Número de granos por espiga:** se contaron los granos de 10 panículas seleccionadas al azar de cada tratamiento y se obtuvo datos numéricos de la cantidad de granos.
- **Peso de 1000 granos (gr):** se contó 1000 granos del área cosechada, pesando a cada una de las parcelas experimentales.
- **Rendimiento (kg/ha):** se cosechó 1m<sup>2</sup> del área útil de la parcela experimental y se representó el peso en kg/ha.
- **Análisis económico:** el análisis económico se realizó en base a la fórmula de (Crece Negocio, 2014), específica que la fórmula para calcular los costos y la utilidad marginal es la siguiente:

$$Relación\ Utilidad/Costo = \frac{Utilidad\ neta}{Costo\ neto}$$

### 3.2.2 Matriz de operacionalización de variables

**Tabla 1.**  
**Operacionalización de las variables dependientes**

| Variables            | Tipo         | Nivel de medida | Descripción                          |
|----------------------|--------------|-----------------|--------------------------------------|
| Altura de planta:    | Cuantitativo | Ordinal         | Se evaluó a los 80 días del cultivo. |
| Espigas por planta:  | Cuantitativo | Ordinal         | Se evaluó en la cosecha del cultivo. |
| Granos por espiga:   | Cuantitativo | Ordinal         | Se evaluó en la cosecha del cultivo. |
| Peso de 1000 granos: | Cuantitativo | Ordinal         | Se evaluó en postcosecha.            |
| Rendimiento:         | Cuantitativo | Ordinal         | Se evaluó en postcosecha.            |
| Análisis económico:  | Cuantitativo | Ordinal         | Se evaluó en postcosecha.            |

Elaborado por: El Autor, 2025

### 3.2.3 Tratamientos

Los tratamientos experimentales constaron de 4 tratamientos y 5 repeticiones como se detallan a continuación:

**Tabla 2.**  
**Descripción de los tratamientos experimentales**

| Trat | Factor A<br>Cultivares |         |    | Factor B<br>Dosis<br>Fertilizante | Dosis (ha)             | Dosis<br>(Parcela) | Frecuencia<br>de<br>aplicación |
|------|------------------------|---------|----|-----------------------------------|------------------------|--------------------|--------------------------------|
| 1    | A1                     | IMPACTO | B1 | Activador<br>Biológico            | 2 L                    | 50 ml              | 1- 30 - 60<br>Días             |
| 2    | A1                     | IMPACTO | B2 | Activador<br>Biológico<br>+ NPK   | 1 L + 50kg<br>(1 saco) | 25 ml + 1.25<br>kg | 1- 30 - 60<br>Días             |
| 3    | A2                     | FERÓN   | B1 | Activador<br>Biológico            | 2 L                    | 50 ml              | 1- 30 - 60<br>Días             |
| 4    | A2                     | FERÓN   | B2 | Activador<br>Biológico + NPK      | 1 L + 50kg<br>(1 saco) | 25 ml + 1.25<br>kg | 1- 30 - 60<br>Días             |

Elaborado por: El Autor, 2025

### 3.2.4 Diseño experimental

Tabla 3.

#### Esquema de análisis de varianza

| Factor A    | Factor B                    |  |  |
|-------------|-----------------------------|--|--|
| A1: IMPACTO | B1: ACTIVADOR BIOLÓGICO     |  |  |
| A2: FERÓN   | B2: ACTIVADOR BIOLÓGICO+NPK |  |  |

| Fuente de Variación      | Fórmula        | Desarrollo     | GL |
|--------------------------|----------------|----------------|----|
| Factor A (Variedad)      | A -1           | 2 -1           | 1  |
| Factor B (Fertilizantes) | B -1           | 2 -1           | 1  |
| Error A                  | (A -1) (r -1)  | (2 -1) (5 -1)  | 4  |
| Error B                  | A(B -1) (r -1) | 2(2 -1) (5 -1) | 8  |
| Interacción AxB          | (A -1) (B -1)  | (2 -1) (2 -1)  | 1  |
| Repeticiones             | r - 1          | 5-1            | 4  |
| Total                    | N -1           | 24 -1          | 19 |

Elaborado por: El Autor, 2025

### 3.2.5 Recolección de datos

#### 3.2.5.1. Recursos

- **Materiales y herramientas:** Machete, semillas, cintas, estacas, letreros, alambre, tanque, balde, bomba, botas, guantes, productos fertilizantes, balanza, dosificadores, agua, pala. Además de computadoras, proyector, borrador, lápiz, libreta, mapas, cámaras fotográficas, etc.
- **Recurso bibliográfico:** Informes, artículos de revistas, folletos, libros, documentos de sitio web y tesis de grado.
- **Material experimental:** Cultivo de arroz, fertilizantes.
- **Recursos humanos:** Tesista, tutor, encargado de la finca en estudio.
- **Recursos económicos:** El presente trabajo de investigación fue financiado por recursos propios del tesista.

**Tabla 4.**  
***Presupuesto del estudio***

| Descripción             | Cantidad | Total (\$) |
|-------------------------|----------|------------|
| Preparación del terreno | 1        | 240        |
| Herramientas            | 5        | 100        |
| Pasajes                 | 15       | 50         |
| Alimentación            | 15       | 80         |
| Semillas                | 1        | 200        |
| Mano de obra            | 5        | 100        |
| Fertilizantes           | 2        | 30         |
| TOTAL                   |          | 800        |

Elaborado por: El Autor, 2025

### **3.2.5.2. Métodos y técnicas**

#### **3.2.5.2.1. Métodos**

- **Método inductivo:** Este método permitió observar los resultados obtenidos con la finalidad de cumplir los objetivos específicos e hipótesis planteada.
- **Método deductivo:** Parte de los datos generales aceptados como valederos, para deducir por medio del razonamiento lógico, varias suposiciones, es decir; parte de verdades previamente establecidas como principios generales.
- **Método sintético:** Mediante este método se logró establecer y relacionar los resultados para construir la discusión, conclusiones relacionadas bajo la perspectiva de totalidad de la investigación.

#### **3.2.5.2.2. Técnicas**

Las labores culturales que se realizaron son las siguientes:

- **Preparación del terreno:** El proyecto comenzó con la medición y preparación del terreno; luego se realizó los semilleros respectivos del cultivo.

- **Siembra:** Se realizó un semillero y después de 15 días se procedió al trasplante respectivo en el sitio designado para el proyecto.
- **Control de malezas:** Cuando las plantas tengan una altura aproximada de 25 cm se controló las malezas de forma manual.
- **Fertilización:** Se aplicó según tratamientos en estudio.
- **Riego:** Para el riego se mantuvo una lámina de agua de 5 y 10 cm, el mismo que se lo realizó por medio de una bomba a diésel, con agua del río que se tomaron mediante canales secundarios distribuidos en el terreno.
- **Control fitosanitario:** se llevó a cabo las labores culturales adecuadas del cultivo y se evitó dejar al cultivo vulnerable para el ingreso de patógenos.
- **Cosecha:** La cosecha se realizó en forma mecánica después de cumplido el ciclo del cultivo, luego de la obtención de muestras.
- **Resultados:** Después de la última fertilización se esperó que culmine el ciclo fenológico del cultivo de arroz para poder evaluar los resultados.

### 3.2.6 Población y muestra

**Tabla 5.**  
**Descripción de las parcelas experimentales**

| Descripción                             | Cantidad           |
|-----------------------------------------|--------------------|
| No. de tratamiento                      | 4                  |
| No. de repeticiones                     | 5                  |
| No. de parcelas                         | 20                 |
| Distancia entre repeticiones y parcelas | 2 m                |
| Área total de parcelas                  | 25 m <sup>2</sup>  |
| Ancho de parcela                        | 5 m                |
| Longitud de parcela                     | 5 m                |
| Área total del ensayo                   | 500 m <sup>2</sup> |

Elaborado por: El Autor, 2025

### 3.2.7 Análisis estadístico

#### 3.2.7.1. Análisis funcional

El método para la comparación de los tratamientos es por medio de la prueba de Tukey al 5% de probabilidad para verificar si existió diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

#### **3.2.7.2. Hipótesis estadística**

- **Factor A Variedades**

**Ho:** Ninguna de las variedades de arroz tuvo respuesta favorable para la producción en el cultivo.

**Ha:** Al menos una de las variedades de arroz tuvo respuesta favorable para la producción en el cultivo.

- **Factor B Fertilizantes**

**Ho:** Ninguno de los fertilizantes tuvo respuestas favorables para la producción en el cultivo de arroz.

**Ha:** Al menos un fertilizante tuvo respuestas favorables para la producción en el cultivo de arroz.

- **Interacción**

**Ho:** No hay interacción entre factores de estudio.

**Ha:** Si hay interacción entre factores de estudio.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Determinación de las características agronómicas del cultivo según los tratamientos en estudio.

#### 4.1.1 Altura de planta a los 80 días (cm)

La tabla 6 muestra las medias obtenidas al evaluar la altura del cultivo de arroz en dos variedades a los 80 días. Según el análisis de varianza, se encontró un coeficiente de variación de 6,08 % y un valor p de  $<0,0001$ , lo que indica que la hipótesis nula fue rechazada y se encontró significancia estadística entre los tratamientos. T2 (IMPACTO Activador Biológico + NPK) fue el mejor tratamiento, con un valor de 73,20 cm; seguido de T4 (FERÓN Activador Biológico + NPK) con un valor de 61,20 cm; seguido del T1 (IMPACTO Activador Biológico) con un valor de 54,20 cm. El tratamiento promedio más bajo fue T3 (FERÓN Activador Biológico) con 40,20 cm de altura a los 80 días.

**Tabla 6.**

#### Altura a los 80 días (cm)

| Variable                  | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|---------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Altura a los 80 días (cm) | 20 | 0,94           | 0,92              | 6,08 |

#### Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.                      | SC      | gl | CM      | F      | p-valor   |
|---------------------------|---------|----|---------|--------|-----------|
| Modelo                    | 2850,00 | 3  | 950,00  | 78,67  | $<0,0001$ |
| FactorA Variedades        | 845,00  | 1  | 845,00  | 69,98  | $<0,0001$ |
| FactorB Fertilizantes     | 2000,00 | 1  | 2000,00 | 165,63 | $<0,0001$ |
| FactorA Varieds*FactorB.. | 2668,05 | 1  | 2668,05 | 136,30 | $<0,0001$ |
| Error                     | 193,20  | 16 | 12,08   |        |           |
| Total                     | 3043,20 | 19 |         |        |           |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,28774**

Error: 12,0750 gl: 16

| FactorA Variedades | FactorB Fertilizantes     | Medias | n | E.E. |   |
|--------------------|---------------------------|--------|---|------|---|
| T2IMPACTO          | Activador Biológico + NPK | 73,20  | 5 | 1,55 | A |
| T4FERÓN            | Activador Biológico + NPK | 61,20  | 5 | 1,55 | B |
| T1IMPACTO          | Activador Biológico       | 54,20  | 5 | 1,55 | C |
| T3FERÓN            | Activador Biológico       | 40,20  | 5 | 1,55 | D |

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

**Elaborado por: El Autor, 2025**

#### 4.1.2 Espiga por planta (n)

La tabla 7 muestra las medias obtenidas al evaluar el número de espigas por planta. Según el análisis de varianza, se encontró un coeficiente de variación de 5,88 % y un valor p de  $<0,0001$ , lo que indica que la hipótesis nula fue rechazada y se encontró significancia estadística entre los tratamientos. T2 (IMPACTO Activador Biológico + NPK) fue el mejor tratamiento, con un valor de 24,00 %; seguido de T4 (FERÓN Activador Biológico + NPK) con un valor de 21,60 %; seguido del T1 (IMPACTO Activador Biológico) con un valor de 21,00 %. El tratamiento promedio más bajo fue T3 (FERÓN Activador Biológico) con 17,40 % en la variable espiga por planta.

**Tabla 7.**

#### **Espiga por planta (n)**

| Variable              | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-----------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Espiga por planta (n) | 20 | 0,82           | 0,79              | 5,88 |

#### **Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.                         | SC     | gl | CM    | F     | p-valor |
|------------------------------|--------|----|-------|-------|---------|
| Modelo                       | 111,60 | 3  | 37,20 | 24,39 | <0,0001 |
| FactorA Variedades           | 45,00  | 1  | 45,00 | 29,51 | 0,0001  |
| FactorB Fertilizantes        | 64,80  | 1  | 64,80 | 42,49 | <0,0001 |
| FactorA Variedades*FactorB.. | 28,05  | 1  | 28,05 | 36,30 | <0,0001 |
| Error                        | 24,40  | 16 | 1,53  |       |         |
| Total                        | 136,00 | 19 |       |       |         |

#### **Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,23453**

Error: 1,5250 gl: 16

| FactorA Variedades | FactorB Fertilizantes     | Medias | n | E.E. |   |
|--------------------|---------------------------|--------|---|------|---|
| T2IMPACTO          | Activador Biológico + NPK | 24,00  | 5 | 0,55 | A |
| T4FERÓN            | Activador Biológico + NPK | 21,60  | 5 | 0,55 | B |
| T1IMPACTO          | Activador Biológico       | 21,00  | 5 | 0,55 | B |
| T3FERÓN            | Activador Biológico       | 17,40  | 5 | 0,55 | C |

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

**Elaborado por: El Autor, 2025**



#### 4.1.3 Granos por panícula (n)

La tabla 8 muestra las medias obtenidas al evaluar el número de granos por panícula. Según el análisis de varianza, se encontró un coeficiente de variación de 3,50 % y un valor p de  $<0,0001$ , lo que indica que la hipótesis nula fue rechazada y se encontró significancia estadística entre los tratamientos. T2 (IMPACTO Activador Biológico + NPK) fue el mejor tratamiento, con un valor de 153,40 %; seguido del T1 (IMPACTO Activador Biológico) con un valor de 125,80 %; seguido del T4 (FERÓN Activador Biológico + NPK) con un valor de 122,60 %. El tratamiento promedio más bajo fue T3 (FERÓN Activador Biológico) con 104,00 % en la variable granos por panícula.

**Tabla 8.**

#### Granos por panícula (n)

| Variable                | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Granos por panícula (n) | 20 | 0,95           | 0,94              | 3,50 |

#### Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.                         | SC      | gl | CM      | F      | p-valor   |
|------------------------------|---------|----|---------|--------|-----------|
| Modelo                       | 6227,75 | 3  | 2075,92 | 106,05 | $<0,0001$ |
| FactorA Variedades           | 3458,45 | 1  | 3458,45 | 176,68 | $<0,0001$ |
| FactorB Fertilizantes        | 2668,05 | 1  | 2668,05 | 136,30 | $<0,0001$ |
| FactorA Variedades*FactorB.. | 2101,25 | 1  | 2101,25 | 115,17 | $<0,0001$ |
| Error                        | 313,20  | 16 | 19,58   |        |           |
| Total                        | 6540,95 | 19 |         |        |           |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,00574**

Error: 19,5750 gl: 16

| FactorA Variedades | FactorB Fertilizantes     | Medias | n | E.E. |   |
|--------------------|---------------------------|--------|---|------|---|
| T2IMPACTO          | Activador Biológico + NPK | 153,40 | 5 | 1,98 | A |
| T1IMPACTO          | Activador Biológico       | 125,80 | 5 | 1,98 | B |
| T4FERÓN            | Activador Biológico + NPK | 122,60 | 5 | 1,98 | B |
| T3FERÓN            | Activador Biológico       | 104,00 | 5 | 1,98 | C |

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

Elaborado por: El Autor, 2025

#### 4.1.4 Peso de 1000 granos (g)

La tabla 9 muestra las medias obtenidas al evaluar el peso de 1000 granos de arroz. Según el análisis de varianza, se encontró un coeficiente de variación de 4,02 % y un valor p de  $<0,0001$ , lo que indica que la hipótesis nula fue rechazada y se encontró significancia estadística entre los tratamientos. T2 (IMPACTO Activador Biológico + NPK) fue el mejor tratamiento, con un valor de 31,67 %; seguido del T1 (IMPACTO Activador Biológico) con un valor de 27,96 %; seguido del T4 (FERÓN Activador Biológico + NPK) con un valor de 27,62 %. El tratamiento promedio más bajo fue T3 (FERÓN Activador Biológico) con 22,34 % en la variable peso de 1000 granos.

**Tabla 9.**

#### Peso de 1000 granos (g)

| Variable                | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Peso de 1000 granos (g) | 20 | 0,92           | 0,90              | 4,02 |

#### Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.                         | SC      | gl | CM     | F     | p-valor   |
|------------------------------|---------|----|--------|-------|-----------|
| Modelo                       | 220,88  | 3  | 73,63  | 60,59 | $<0,0001$ |
| FactorA Variedades           | 116,93  | 1  | 116,93 | 96,22 | $<0,0001$ |
| FactorB Fertilizantes        | 100,89  | 1  | 100,89 | 83,02 | $<0,0001$ |
| FactorA Variedades*FactorB.. | 11 3,06 | 1  | 113,06 | 52,52 | $<0,0001$ |
| Error                        | 19,44   | 16 | 1,22   |       |           |
| Total                        | 240,33  | 19 |        |       |           |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,99472**

Error: 1,2152 gl: 16

| FactorA Variedades | FactorB Fertilizantes     | Medias | n | E.E. |   |
|--------------------|---------------------------|--------|---|------|---|
| T2IMPACTO          | Activador Biológico + NPK | 31,67  | 5 | 0,49 | A |
| T1IMPACTO          | Activador Biológico       | 27,96  | 5 | 0,49 | B |
| T4FERÓN            | Activador Biológico + NPK | 27,62  | 5 | 0,49 | B |
| T3FERÓN            | Activador Biológico       | 22,34  | 5 | 0,49 | C |

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

Elaborado por: El Autor, 2025

## 4.2 Identificación de la dosis que favorece al desarrollo productivo del cultivo de arroz.

### 4.2.1 Rendimiento (kg/ha)

La tabla 10 muestra las medias obtenidas al evaluar el rendimiento del cultivo de arroz. Según el análisis de varianza, se encontró un coeficiente de variación de 4,62 % y un valor p de  $<0,0001$ , lo que indica que la hipótesis nula fue rechazada y se encontró significancia estadística entre los tratamientos. T2 (IMPACTO Activador Biológico + NPK) fue el mejor tratamiento, con un valor de 4185,40 %; seguido del T1 (IMPACTO Activador Biológico) con un valor de 3189,60 %; seguido del T4 (FERÓN Activador Biológico + NPK) con un valor de 2,410 %. El tratamiento promedio más bajo fue T3 (FERÓN Activador Biológico) con 2151,60 % en la variable rendimiento del cultivo.

**Tabla 10.**

#### Rendimiento (kg/ha)

| Variable            | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|---------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Rendimiento (kg/ha) | 20 | 0,91           | 0,89              | 4,62 |

#### Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.                         | SC    | gl | CM    | F     | p-valor   |
|------------------------------|-------|----|-------|-------|-----------|
| Modelo                       | 21,98 | 3  | 7,33  | 54,22 | $<0,0001$ |
| FactorA Variedades           | 12,47 | 1  | 12,47 | 92,27 | $<0,0001$ |
| FactorB Fertilizantes        | 8,88  | 1  | 8,88  | 65,76 | $<0,0001$ |
| FactorA Variedades*FactorB.. | 8,05  | 1  | 8,05  | 36,30 | $<0,0001$ |
| Error                        | 2,16  | 16 | 0,14  |       |           |
| Total                        | 24,14 | 19 |       |       |           |

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,66511

Error: 0,1351 gl: 16

| FactorA Variedades | FactorB Fertilizantes     | Medias  | n | E.E. |   |
|--------------------|---------------------------|---------|---|------|---|
| T2IMPACTO          | Activador Biológico + NPK | 4185,40 | 5 | 0,16 | A |
| T1IMPACTO          | Activador Biológico       | 3189,60 | 5 | 0,16 | B |
| T4FERÓN            | Activador Biológico + NPK | 2381,60 | 5 | 0,16 | B |
| T3FERÓN            | Activador Biológico       | 2151,60 | 5 | 0,16 | C |

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

Elaborado por: El Autor, 2025

#### 4.3 Realizar el análisis del mejor tratamiento en base a la relación beneficios/costos.

El análisis económico se efectuó en la tabla 11; para lo cual fue necesario conocer los valores de los rendimientos (kg/ha). Según los datos de los rendimientos en cada tratamiento y con la relación beneficio/costo se logró demostrar que el tratamiento que predominó en el estudio fue el T2 (IMPACTO Activador Biológico + NPK), con un beneficio/costo de 1,96; lo que significa que por cada dólar invertido se generó una ganancia de 0,96 dólares; seguido por T1 (IMPACTO Activador Biológico), con un valor de 1,75 con un retorno de 0,75 dólares; seguido por T3 (FERÓN Activador Biológico), con un valor de 1,18 con un retorno de 0,18 dólares y por último el T4 (FERÓN Activador Biológico + NPK), con un valor de 1,08 con un retorno de 0,08 dólares.

**Tabla 11.**  
**Análisis económico del cultivo de arroz**

| Trat | FactorA<br>Híbridos | FactorB<br>fertilizantes | REND.<br>(kg/ha) | PRECIO<br>COMERCIAL(\$/kg) | BIEN<br>BRUTO<br>\$ | COSTO<br>DE<br>PROD<br>\$ | BIEN<br>NETO<br>\$ | RELACIÓN<br>B/C |
|------|---------------------|--------------------------|------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------|--------------------|-----------------|
| T1   | Impacto             | AB                       | 3189,60          | 0,60                       | 1913,76             | 1100                      | 814                | 1,75            |
| T2   | Impacto             | AB+NPK                   | 4185,40          | 0,60                       | 2511,24             | 1150                      | 1361               | 1,96            |
| T3   | Feron               | AB                       | 2151,60          | 0,60                       | 1290,96             | 1100                      | 191                | 1,18            |
| T4   | Feron               | AB+NPK                   | 2381,60          | 0,60                       | 1428,96             | 1130                      | 279                | 1,08            |

## 5. DISCUSIÓN

El presente trabajo estuvo enfocado en evaluar la aplicación de un activador biológico más NPK en la etapa vegetativa en dos variedades de siembra del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Tras realizar el análisis e interpretación de los datos, se concluyó que el tratamiento T2 (IMPACTO Activador Biológico + NPK) obtuvo los mejores resultados en lo que respecta a altura de plantas a los 80 días, número de espigas por planta, granos por espiga y peso de 1000 granos. Esto concuerda con lo señalado por Bizorrero (2022) quien indica que la aplicación de biofertilizantes aumenta la cantidad de nutrientes que pueden adsorber las plantas teniendo un mayor desarrollo y aumento de producción, evitando el daño al medio ambiente, algunos de los beneficios de los biofertilizantes es que son fáciles de preparar, disminuye el déficit de nutrientes, mejora la estructura del suelo. Así mismo, Rodríguez (2023) determinó que la aplicación de bioestimulantes orgánicos fortalecen el sistema radicular, estimula el crecimiento, mejora la absorción de nutrientes y promueve mecanismos de defensa en la planta. Se observaron incrementos en la germinación, longitud de raíz y rendimiento del cultivo, alcanzando hasta 3988,6 kg/ha.

En relación con el segundo objetivo específico, se analizó la variable de rendimiento del cultivo, identificando que el tratamiento T2 (IMPACTO Activador Biológico + NPK) fue el mejor tratamiento, con un valor de 4185,40 kg/ha. Según Martínez y López, (2021) realizó un trabajo para evaluar la efectividad de la fertilización orgánica en comparación con la química convencional en el cultivo de arroz. Se analizaron variables como masa seca aérea, masa seca radical y rendimiento de arroz paddy. Aunque la fertilización química alcanzó mayor masa seca aérea, la orgánica logró mayor masa seca radical. Ambos tratamientos obtuvieron rendimientos superiores a 10 t/ha, sugiriendo que la fertilización orgánica puede ser una alternativa ecológica efectiva. Concuerda con lo realizado por Asto (2023) en su investigación tuvo como objetivo determinar la respuesta agronómica del cultivo de arroz ante la aplicación de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), junto con el bioestimulante Bactoplus. Se evaluaron siete tratamientos que combinaban diferentes dosis de NPK y Bactoplus. Los resultados indicaron que los tratamientos con fertilización NPK mejoraron significativamente variables como altura de planta, número de macollos, días a floración, porcentaje de granos llenos

y rendimiento. La combinación de N con Bactoplus mostró un efecto positivo en la longitud de la panícula, y el análisis económico destacó al tratamiento con N y  $P_2O_5$  como el más rentable, con una tasa marginal de retorno del 448,32%.

Asimismo, en función del tercer objetivo específico, se llevó a cabo un análisis económico. Según los datos de los rendimientos en cada tratamiento y con la relación beneficio/costo se logró demostrar que el tratamiento que predominó en el estudio fue el T2 (IMPACTO Activador Biológico + NPK), con un beneficio/costo de 1,96; lo que significa que por cada dólar invertido se generó una ganancia de 0,96 dólares. Según Cadenaser (2024) realizaron un estudio el cual se centró en cultivos de cereal y girasol, sus hallazgos son relevantes para el cultivo de arroz. La investigación confirmó que los activadores biológicos son una alternativa eficaz en la nutrición del cultivo, obteniendo rendimientos similares a los agro insumos habituales. Este resultado promueve una economía circular en las explotaciones agrícolas sin afectar la producción ni la calidad del producto final, sugiriendo que los biofertilizantes pueden ser considerados en la fertilización de diversos cultivos, incluido el arroz. Así mismo Carrión (2022), comparó el rendimiento del cultivo de arroz utilizando fertilización química y el biofertilizante. Se evaluaron variables como altura de planta, longitud de panícula, ancho y forma del grano, porcentaje de espiga fértil, longitud del grano, peso de 100 granos y productividad. Los resultados indicaron que el tratamiento con biofertilizante presentó valores superiores en cinco de las variables evaluadas, mientras que la fertilización química destacó en tres. El análisis económico reveló que el uso de biofertilizante ofreció un beneficio/costo de 2,08 dólares, sugiriendo su viabilidad como alternativa sostenible en la fertilización del arroz.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

Una vez analizados los datos de esta investigación, se puede concluir lo siguiente: En cuanto a la variable altura de plantas a los 80 días, número de espigas por planta, granos por espiga y peso de 1000 granos, según el primer objetivo específico, el T2 (IMPACTO Activador Biológico + NPK); seguido de T4 (FERÓN Activador Biológico + NPK); seguido del T1 (IMPACTO Activador Biológico). El tratamiento promedio más bajo fue T3 (FERÓN Activador Biológico).

En cuanto al rendimiento del cultivo, el tratamiento T2 (IMPACTO Activador Biológico + NPK) fue el mejor tratamiento, con un valor de 4185,40 kg/ha; seguido del T1 (IMPACTO Activador Biológico) con un valor de 3189,60 kg/ha; seguido del T4 (FERÓN Activador Biológico + NPK) con un valor de 2,410 kg/ha. El tratamiento promedio más bajo fue T3 (FERÓN Activador Biológico) con 2151,60 kg/ha del rendimiento del cultivo de arroz.

Finalmente, se realizó un análisis económico, Según los datos de los rendimientos en cada tratamiento y con la relación beneficio/costo se logró demostrar que el tratamiento que predominó en el estudio fue el fue el T2 (IMPACTO Activador Biológico + NPK), con un beneficio/costo de 1,96; lo que significa que por cada dólar invertido se generó una ganancia de 0,96 dólares; seguido por T1 (IMPACTO Activador Biológico), con un valor de 1,75 con un retorno de 0,75 dólares; seguido por T3 (FERÓN Activador Biológico), con un valor de 1,18 con un retorno de 0,18 dólares y por último el T4 (FERÓN Activador Biológico + NPK), con un valor de 1,08 con un retorno de 0,08 dólares.

En conclusión, el uso de la combinación de Activador Biológico + NPK aumenta significativamente la productividad del cultivo de arroz.

### 6.2 Recomendaciones

De acuerdo con esta investigación, se recomienda lo siguiente:

Realizar investigaciones con diferentes dosis y combinaciones del activador biológico y fertilizantes NPK. Esto permitirá evaluar su impacto individual y combinado en las características del cultivo, como el crecimiento, desarrollo

radicular y rendimiento. Además, es importante incluir un grupo control para establecer comparaciones significativas.

Ejecutar un estudio comparativo para determinar la mejor época y método para la aplicación tanto del activador biológico como de los fertilizantes NPK.. Asimismo, es importante evaluar los tipos de aplicación foliar o al suelo y cual es más eficiente para obtener mejores resultados.

Para evaluar la sostenibilidad del uso de activadores biológicos en combinación con fertilizantes NPK, se recomienda realizar estudios a largo plazo. Esto permitirá observar cambios en la estructura del suelo, el equilibrio de nutrientes y la productividad del cultivo en ciclos consecutivos.

Se debe analizar el impacto ambiental de la práctica, considerando factores como la reducción de la dependencia de fertilizantes químicos, la mejora de la biodiversidad microbiana del suelo y la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero. Esto contribuirá a establecer prácticas agrícolas más sostenibles y amigables con el medio ambiente.

Basado en los resultados de esta investigación, donde el tratamiento más efectivo fue el T2 (IMPACTO Activador Biológico + NPK), por lo cual, se recomienda el empleo de la combinación de semilla impacto con la fertilización combinada de Activador Biológico + NPK para potenciar el desarrollo y el incremento del rendimiento del cultivo de arroz.



## BIBLIOGRAFÍA

- Alfonso, M. (2014). Características morfológicas. Hojas. Universidad técnica de Machala. Ecuador. Morfología del cultivo de arroz. [https://betuco.be/rijst/Morfologia\\_planta\\_arroz.pdf](https://betuco.be/rijst/Morfologia_planta_arroz.pdf)
- Alán, J. (2014). Características morfológicas. Flor. Tesis de grado. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29455/1/>
- Anasac agropecuario, (2014). Fase de maduración. <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/9-Experiencias-en-la-fertilizacion-de-arroz-Alcivar-S.pdf>
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2016). Ley Orgánica de tierras rurales y territorios ancestrales. Quito: Editora Nacional.
- Asto, J. (2023). Efecto de la fertilización con npk y la adición de bioestimulante en el desarrollo fisiológico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) Cantón Daule. <https://repositorio.ug.edu.ec/browse/author?value=ASTO%20I%C3%91IGA,%20JOSELYNE%20MICHELLE>
- Batalla, N. (2017). Fase reproductiva del arroz (*Oryza sativa* L.). Biofertilizante y acondicionador de suelos agrícolas. <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/954/3/94239%20%28Tesis>
- Bizorrero, F. (2022). Biofertilizantes nutriendo cultivos sanos. Uruguay. [https://www.ciaorganico.net/documypublic/822\\_Biofertilizantes-\\_cultivos\\_sanos.pdf](https://www.ciaorganico.net/documypublic/822_Biofertilizantes-_cultivos_sanos.pdf)
- Burnside, (2017). Ph de los suelos. Cultivo de arroz (*oryza sativa* L.) . <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/534/1/TA62.pdf>
- Burgos, P. (2020). Aplicación de biofertilizantes en la producción de arroz de secano (*Oryza sativa*, L) en la zona de Babahoyo. <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6136>
- Cadenaser. (2024). Un estudio realizado en Cuenca confirma la eficacia de los purines como alternativa al abono químico. <https://cadenaser.com/castillalamancha/2024/08/29/un-estudio-realizado->

en-cuenca-confirma-la-eficacia-de-los-purines-como-alternativa-al-abono-quimico-ser-cuenca

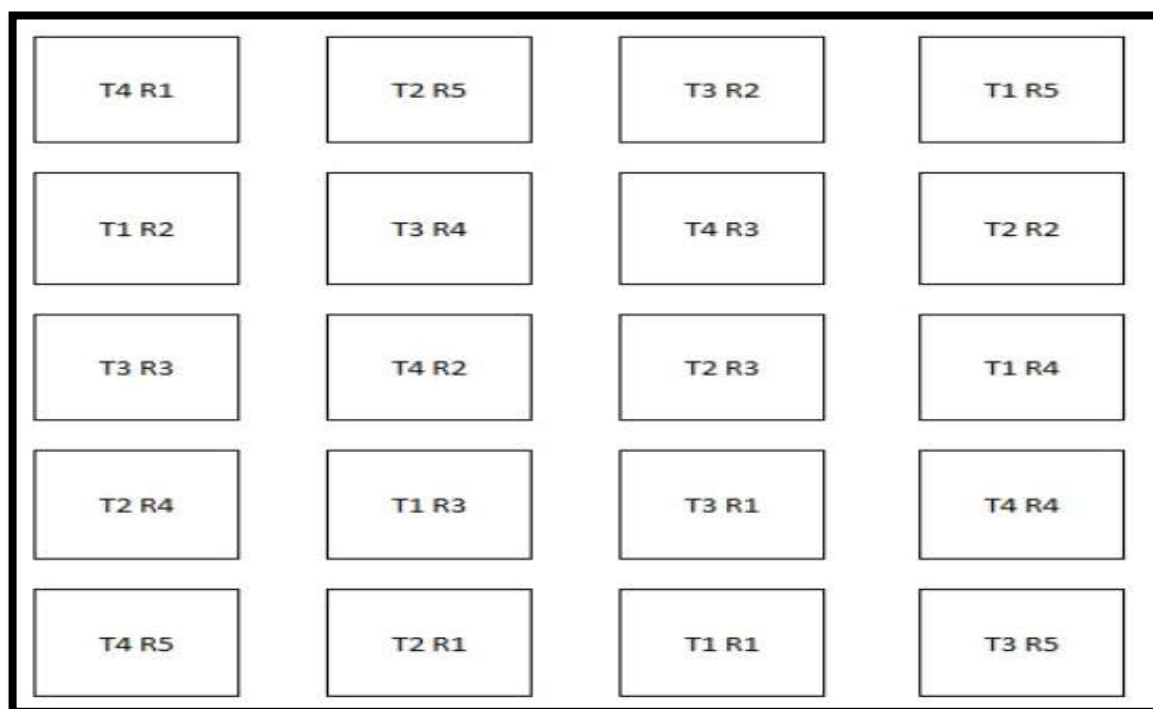
- Carrión, A., Celi, M. (2022). Respuesta en el rendimiento del cultivo de arroz (oryza sativa) con fertilizante químico y biofertilizante (azolla anabaena) en el cantón macará, provincia de Loja -Ecuador. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/24550>
- Cercado S. (2016). Respuesta del arroz (Oryza sativa L.) a la fertilización química acompañada de un programa orgánico de alto rendimiento. Babahoyo.
- Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones, (2010). Artículo 57 y artículo 14. Quito: Asamblea Nacional. Ecuador.
- Cuevas, L. (2014). Temperatura. Tesis de grado. Universidad Estatal de Guayaquil. Ecuador.
- Chávez, B. (2017). Características edafoclimáticas del cultivo de arroz. Fertilidad del suelo. Manual técnico. Paraguay.
- Díaz, Y. M. (2020). Respuesta del cultivo de arroz (oryza sativa), a la aplicación foliar de biol, té de estiércol y ácido húmico. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/779/1/Respuesta%20sativa%29%20%20a%20la%20aplicaci%C3%B3n%20foliar%20de%20Biol..pdf>
- Escobar, A. (2013). Usos potenciales del humus ( abono orgánico lixiviado y solido) en la empresa FERTILOMBRIZ.
- Fisher, (2015). Características fenológicas del cultivo de arroz. Suelo. Biblioteca virtual. Universidad Agraria del Ecuador.
- Fonag, (2010). Abonos orgánicos protegen al suelo. <https://www.cenicafe.org/es/documents/cartillaCafeteraCapitulo8.pdf>
- Fonseca, M. (2014). Mezclas de diferentes fertilizantes. [http://www.ipni.net/publication/nsses.nsf/0/1F51C7CDE49DF9E985257BBA0059DB3C/\\$FILE/NSS-ES-22.pdf](http://www.ipni.net/publication/nsses.nsf/0/1F51C7CDE49DF9E985257BBA0059DB3C/$FILE/NSS-ES-22.pdf)
- Franquet, (2014). Latitud del cultivo de arroz. Manual técnico. Santiago-Chile.

- Garcia, G., y Felix, J. (2014). Manual para la a producción de abonos orgánicos y biorracionales. México: Fundación Produce Sinaloa, A.C.,.
- Gonzalez, M. A. (2016). Evaluación agronómica de dos variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) con fertilización nitrogenada y dosis de mejoradores orgánicos. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug.pdf>.
- Heredia, (2013). Fertilizantes foliares para deficiencia nutricional: El caso del arroz en el Cantón Lomas de Sargentillo en el período 2007-2010 (B.S. thesis). Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Económicas.
- Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, (22 de enero de 2014). [http://www.asambleanacional.gob.ec/es/contenido/manuscritos\\_desde\\_la\\_a\\_samblea\\_0](http://www.asambleanacional.gob.ec/es/contenido/manuscritos_desde_la_a_samblea_0)
- Liang, (2018). Actividad Antioxidante en Bioestimulantes y Productos Nutrientes Foliares Seleccionados. USA: Boletín técnico Cytozyme. Vol 7 (1). Recuperado el 17 de febrero de 2018
- Martínez, J., y López, C. (2021). Efectividad de la fertilización orgánica en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de San Roque-Charapotó. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1861>
- Martinez, L. A. (2022). Efecto de la aplicación de abonos orgánicos líquidos en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) var. Payamino 35274, en la parroquia Palma Roja, cantón Putumayo. Loja - Ecuador.
- Mendieta M., (2019). Fertilización apropiada para el cultivo y producción de arroz. Abonado y fertilización. Lima, Perú: Ediciones Ripalme E.I.R.L.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2014). Clasificación taxonomica. Dirección de Educación Agraria. Ecuador.
- Moran, J. R. (2019). Evaluación de la producción de arroz con abono orgánico, producido en el sector de las Maravillas, del cantón Daule, Guayas <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23851/1/PROYECTO.pdf>.
- Ormeño, (2016). Características del granos de arroz. tesis de grado. Universidad Central de Quito. Ecuador.

- Orellana, H. Tomala, N. (2017). Requerimiento nutricionales. Guia técnica del cultivo de arroz. Concepción - Chile
- Pamies, (2015). Cultivo tropical y subtropical. Universidad de Tumbes. Perú.
- Páez, (2014). Economía del arroz variedades y mejora. Biblioteca virtual. Universidad Agraria del Ecuador.
- Paredes, (2015). Crecimiento y desarrollo de los vegetales. Manual técnico Inia. Chile.
- Penonomé, (2016). Segundo cereal más producido en el mundo. Cultivo de Arroz. Manual técnico. Chile.
- Piedra, (2015). Fase vegetativa. Manual técnico. Perú.
- Poveda G, (2015). Mercados del arroz. MCCCH. Artículo científico. Belo horizonte - Brasil.
- Rodríguez, M., y Vega, D. (2023). Efecto bioestimulante de *Trichoderma spp.* en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). *Universidad Estatal de Milagro*. Recuperado de <https://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/7290>
- Rodríguez, (2015). Espiguilla. Tesis de grado. Universidad Estatal de Guayaquil. Ecuador.
- SAG, (2015). Manejo del suelo. Biblioteca virtual. Universidad Agraria del Ecuador.
- Santos, A. P. (2007). Evaluación de biofertilizantes foliares en el cultivo de arroz orgánico variedad F50 en la zona de Daule, provincia del Guayas. Guayaquil - Ecuador.

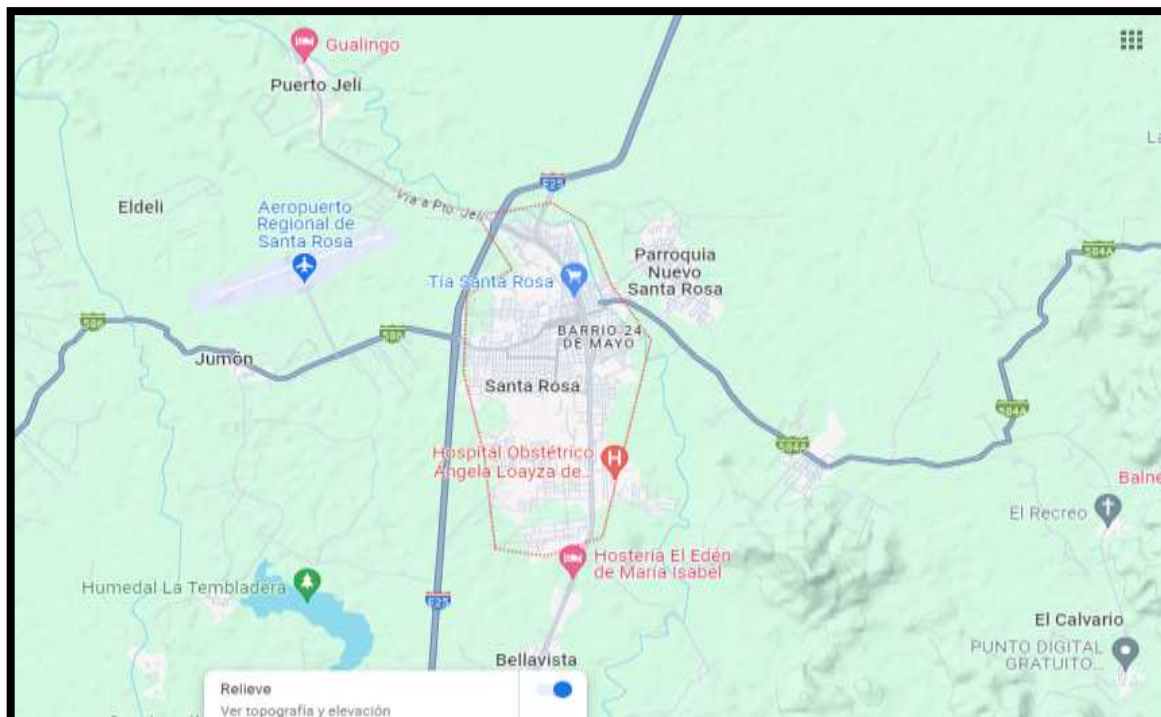
## ANEXOS

**Figura 1.**  
***Croquis del estudio***



Elaborado por: El Autor, 2025

**Figura 2.**  
***Ubicación satelital del estudio***



Fuente: Google Maps, 2025

**Figura 3.**  
***Delimitación de parcelas***



Elaborado por: El Autor, 2025

**Figura 4.**  
***Preparación de semillero***



Elaborado por: El Autor, 2025



**Figura 5.**  
***Germinación de plántulas***



Elaborado por: El Autor, 2025

**Figura 6.**  
***Recolección de plántulas***



Elaborado por: El Autor, 2025

**Figura 7.**  
***Preparación de trasplante***



Elaborado por: El Autor, 2025

**Figura 8.**  
***Siembra de plántulas en parcelas***



Elaborado por: El Autor, 2025



**Figura 9.**  
***Siembra de variedad impacto***



Elaborado por: El Autor, 2025

**Figura 10.**  
***Crecimiento vegetativo del cultivo***



Elaborado por: El Autor, 2025

**Figura 11.**  
***Preparación de bomba de mochila***



Elaborado por: El Autor, 2025

**Figura 12.**  
***Aplicación de productos en estudio***



Elaborado por: El Autor, 2025



**Figura 13.**  
***Medición de dosis de NPK***



Elaborado por: El Autor, 2025

**Figura 14.**  
***Aplicación al voleo de NPK***



Elaborado por: El Autor, 2025

**Figura 15.**  
***Visita de la docente guía a la zona de estudio***



Elaborado por: El Autor, 2025

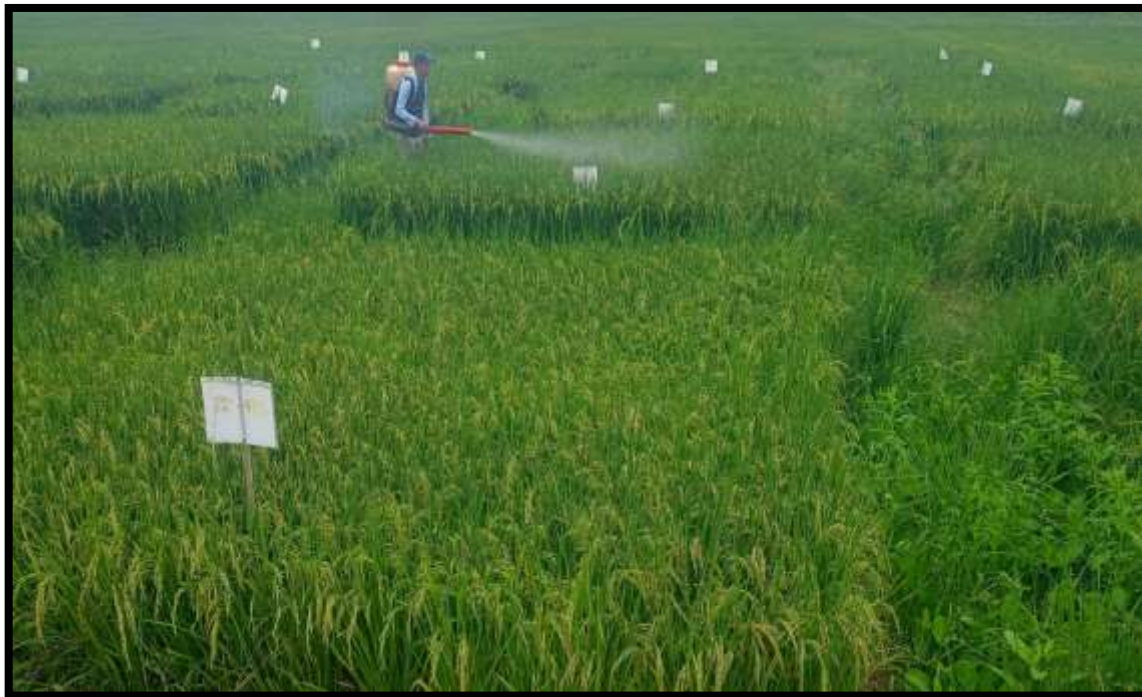
**Figura 16.**  
***Recolección de variables***



Elaborado por: El Autor, 2025



**Figura 17.**  
***Aplicación de tratamientos en estudio***



Elaborado por: El Autor, 2025

**Figura 18.**  
***Cultivo en fase de maduración***



Elaborado por: El Autor, 2025

## APÉNDICES

Tabla 12.

Análisis de la varianza altura a los 80 días (cm)

Altura a los 80 días (cm)

| Variable                  | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|---------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Altura a los 80 días (cm) | 20 | 0,94           | 0,92              | 6,08 |

## Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.                      | SC      | gl | CM      | F      | p-valor |
|---------------------------|---------|----|---------|--------|---------|
| Modelo                    | 2850,00 | 3  | 950,00  | 78,67  | <0,0001 |
| FactorA Variedades        | 845,00  | 1  | 845,00  | 69,98  | <0,0001 |
| FactorB Fertilizantes     | 2000,00 | 1  | 2000,00 | 165,63 | <0,0001 |
| FactorA Varieds*FactorB.. | 2668,05 | 1  | 2668,05 | 136,30 | <0,0001 |
| Error                     | 193,20  | 16 | 12,08   |        |         |
| Total                     | 3043,20 | 19 |         |        |         |

## Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,29439

Error: 12,0750 gl: 16

| FactorA Variedades | Medias | n  | E.E. |   |
|--------------------|--------|----|------|---|
| IMPACTO            | 63,70  | 10 | 1,10 | A |
| FERÓN              | 50,70  | 10 | 1,10 | B |

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

## Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,29439

Error: 12,0750 gl: 16

| FactorB Fertilizantes     | Medias | n  | E.E. |   |
|---------------------------|--------|----|------|---|
| Activador Biológico + NPK | 67,20  | 10 | 1,10 | A |
| Activador Biológico       | 47,20  | 10 | 1,10 | B |

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

## Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,28774

Error: 12,0750 gl: 16

| FactorA Variedades | FactorB Fertilizantes     | Medias | n | E.E. |   |
|--------------------|---------------------------|--------|---|------|---|
| IMPACTO            | Activador Biológico + NPK | 73,20  | 5 | 1,55 | A |
| FERÓN              | Activador Biológico + NPK | 61,20  | 5 | 1,55 | B |
| IMPACTO            | Activador Biológico       | 54,20  | 5 | 1,55 | C |
| FERÓN              | Activador Biológico       | 40,20  | 5 | 1,55 | D |

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

Tabla 13.

## Análisis de la varianza espiga por planta (n)

## Espiga por planta (n)

| Variable              | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-----------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Espiga por planta (n) | 20 | 0,82           | 0,79              | 5,88 |

## Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.                         | SC     | gl | CM    | F     | p-valor |
|------------------------------|--------|----|-------|-------|---------|
| Modelo                       | 111,60 | 3  | 37,20 | 24,39 | <0,0001 |
| FactorA Variedades           | 45,00  | 1  | 45,00 | 29,51 | 0,0001  |
| FactorB Fertilizantes        | 64,80  | 1  | 64,80 | 42,49 | <0,0001 |
| FactorA Variedades*FactorB.. | 28,05  | 1  | 28,05 | 36,30 | <0,0001 |
| Error                        | 24,40  | 16 | 1,53  |       |         |
| Total                        | 136,00 | 19 |       |       |         |

## Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,17076

Error: 1,5250 gl: 16

| FactorA Variedades | Medias | n  | E.E. |   |
|--------------------|--------|----|------|---|
| IMPACTO            | 22,50  | 10 | 0,39 | A |
| FERÓN              | 19,50  | 10 | 0,39 | B |

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

## Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,17076

Error: 1,5250 gl: 16

| FactorB Fertilizantes     | Medias | n  | E.E. |   |
|---------------------------|--------|----|------|---|
| Activador Biológico + NPK | 22,80  | 10 | 0,39 | A |
| Activador Biológico       | 19,20  | 10 | 0,39 | B |

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

## Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,23453

Error: 1,5250 gl: 16

| FactorA Variedades | FactorB Fertilizantes     | Medias | n | E.E. |   |
|--------------------|---------------------------|--------|---|------|---|
| IMPACTO            | Activador Biológico + NPK | 24,00  | 5 | 0,55 | A |
| FERÓN              | Activador Biológico + NPK | 21,60  | 5 | 0,55 | B |
| IMPACTO            | Activador Biológico       | 21,00  | 5 | 0,55 | B |
| FERÓN              | Activador Biológico       | 17,40  | 5 | 0,55 | C |

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

Tabla 14.

## Análisis de la varianza granos por panícula (n)

## Granos por panícula (n)

| Variable                | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Granos por panícula (n) | 20 | 0,95           | 0,94              | 3,50 |

## Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.                         | SC      | gl | CM      | F      | p-valor |
|------------------------------|---------|----|---------|--------|---------|
| Modelo                       | 6227,75 | 3  | 2075,92 | 106,05 | <0,0001 |
| FactorA Variedades           | 3458,45 | 1  | 3458,45 | 176,68 | <0,0001 |
| FactorB Fertilizantes        | 2668,05 | 1  | 2668,05 | 136,30 | <0,0001 |
| FactorA Variedades*FactorB.. | 2101,25 | 1  | 2101,25 | 115,17 | <0,0001 |
| Error                        | 313,20  | 16 | 19,58   |        |         |
| Total                        | 6540,95 | 19 |         |        |         |

## Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,19452

Error: 19,5750 gl: 16

| FactorA Variedades | Medias | n  | E.E. |   |
|--------------------|--------|----|------|---|
| IMPACTO            | 139,60 | 10 | 1,40 | A |
| FERÓN              | 113,30 | 10 | 1,40 | B |

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

## Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,19452

Error: 19,5750 gl: 16

| FactorB Fertilizantes     | Medias | n  | E.E. |   |
|---------------------------|--------|----|------|---|
| Activador Biológico + NPK | 138,00 | 10 | 1,40 | A |
| Activador Biológico       | 114,90 | 10 | 1,40 | B |

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

## Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=8,00574

Error: 19,5750 gl: 16

| FactorA Variedades | FactorB Fertilizantes     | Medias | n | E.E. |   |
|--------------------|---------------------------|--------|---|------|---|
| IMPACTO            | Activador Biológico + NPK | 153,40 | 5 | 1,98 | A |
| IMPACTO            | Activador Biológico       | 125,80 | 5 | 1,98 | B |
| FERÓN              | Activador Biológico + NPK | 122,60 | 5 | 1,98 | B |
| FERÓN              | Activador Biológico       | 104,00 | 5 | 1,98 | C |

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



Tabla 15.

## Análisis de la varianza peso de 1000 granos (g)

## Peso de 1000 granos (g)

| Variable                | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Peso de 1000 granos (g) | 20 | 0,92           | 0,90              | 4,02 |

## Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.                         | SC     | gl | CM     | F     | p-valor |
|------------------------------|--------|----|--------|-------|---------|
| Modelo                       | 220,88 | 3  | 73,63  | 60,59 | <0,0001 |
| FactorA Variedades           | 116,93 | 1  | 116,93 | 96,22 | <0,0001 |
| FactorB Fertilizantes        | 100,89 | 1  | 100,89 | 83,02 | <0,0001 |
| FactorA Variedades*FactorB.. | 113,06 | 1  | 113,06 | 52,52 | <0,0001 |
| Error                        | 19,44  | 16 | 1,22   |       |         |
| Total                        | 240,33 | 19 |        |       |         |

## Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,04511

Error: 1,2152 gl: 16

| FactorA Variedades | Medias | n  | E.E. |   |
|--------------------|--------|----|------|---|
| IMPACTO            | 29,82  | 10 | 0,35 | A |
| FERÓN              | 24,98  | 10 | 0,35 | B |

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

## Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,04511

Error: 1,2152 gl: 16

| FactorB Fertilizantes     | Medias | n  | E.E. |   |
|---------------------------|--------|----|------|---|
| Activador Biológico + NPK | 29,64  | 10 | 0,35 | A |
| Activador Biológico       | 25,15  | 10 | 0,35 | B |

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

## Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,99472

Error: 1,2152 gl: 16

| FactorA Variedades | FactorB Fertilizantes     | Medias | n | E.E. |   |
|--------------------|---------------------------|--------|---|------|---|
| IMPACTO            | Activador Biológico + NPK | 31,67  | 5 | 0,49 | A |
| IMPACTO            | Activador Biológico       | 27,96  | 5 | 0,49 | B |
| FERÓN              | Activador Biológico + NPK | 27,62  | 5 | 0,49 | B |
| FERÓN              | Activador Biológico       | 22,34  | 5 | 0,49 | C |

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

Tabla 16.

## Análisis de la varianza rendimiento (kg/ha)

## Rendimiento (kg/ha)

| Variable            | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|---------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Rendimiento (kg/ha) | 20 | 0,91           | 0,89              | 4,62 |

## Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.                         | SC    | gl | CM    | F     | p-valor |
|------------------------------|-------|----|-------|-------|---------|
| Modelo                       | 21,98 | 3  | 7,33  | 54,22 | <0,0001 |
| FactorA Variedades           | 12,47 | 1  | 12,47 | 92,27 | <0,0001 |
| FactorB Fertilizantes        | 8,88  | 1  | 8,88  | 65,76 | <0,0001 |
| FactorA Variedades*FactorB.. | 8,05  | 1  | 8,05  | 36,30 | <0,0001 |
| Error                        | 2,16  | 16 | 0,14  |       |         |
| Total                        | 24,14 | 19 |       |       |         |

## Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,34848

Error: 0,1351 gl: 16

| FactorA Variedades | Medias | n  | E.E. |   |
|--------------------|--------|----|------|---|
| IMPACTO            | 8,75   | 10 | 0,12 | A |
| FERÓN              | 7,17   | 10 | 0,12 | B |

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

## Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,34848

Error: 0,1351 gl: 16

| FactorB Fertilizantes     | Medias | n  | E.E. |   |
|---------------------------|--------|----|------|---|
| Activador Biológico + NPK | 8,63   | 10 | 0,12 | A |
| Activador Biológico       | 7,29   | 10 | 0,12 | B |

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

## Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,66511

Error: 0,1351 gl: 16

| FactorA Variedades | FactorB Fertilizantes     | Medias  | n | E.E. |   |
|--------------------|---------------------------|---------|---|------|---|
| IMPACTO            | Activador Biológico + NPK | 4185,40 | 5 | 0,16 | A |
| IMPACTO            | Activador Biológico       | 3189,60 | 5 | 0,16 | B |
| FERÓN              | Activador Biológico + NPK | 2381,60 | 5 | 0,16 | B |
| FERÓN              | Activador Biológico       | 2151,60 | 5 | 0,16 | C |

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