



**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**

**EVALUACIÓN DE UN BIOESTIMULANTE PARA  
MEJORAR LA ABSORCIÓN Y ASIMILACIÓN DE  
NUTRIENTES EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*  
L.) EN EL CANTÓN SANTA ROSA**

**AUTOR**

**SESME ARELLANO JOSÉ LEONARDO**

**TUTOR**

**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: “EVALUACIÓN DE UN BIOESTIMULANTE PARA MEJORAR LA ABSORCIÓN Y ASIMILACIÓN DE NUTRIENTES EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN EL CANTÓN SANTA ROSA”, realizado por el estudiante SESME ARELLANO JOSÉ LEONARDO; con cédula de identidad N° 0929040251 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, 14 de febrero 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: “EVALUACIÓN DE UN BIOESTIMULANTE PARA MEJORAR LA ABSORCIÓN Y ASIMILACIÓN DE NUTRIENTES EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN EL CANTÓN SANTA ROSA”, realizado por el estudiante SESME ARELLANO JOSÉ LEONARDO, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

\_\_\_\_\_  
ING. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, M.Sc.

**PRESIDENTE**

\_\_\_\_\_  
ING. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, M.Sc.

**EXAMINADOR PRINCIPAL**

\_\_\_\_\_  
ING. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, M.Sc.

**EXAMINADOR PRINCIPAL**

\_\_\_\_\_  
ING. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, M.Sc.

**EXAMINADOR SUPLENTE**

Naranjal, 14 de febrero 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, SESME ARELLANO JOSÉ LEONARDO, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre “EVALUACIÓN DE UN BIOESTIMULANTE PARA MEJORAR LA ABSORCIÓN Y ASIMILACIÓN DE NUTRIENTES EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN EL CANTÓN SANTA ROSA”, 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 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, 14 de febrero del 2025

SESME ARELLANO JOSÉ LEONARDO

**C.I.** 0929040251

## RESUMEN

El presente trabajo estuvo enfocado en determinar el efecto del uso de un bioestimulante para mejorar la absorción y asimilación de nutrientes del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Tras realizar el análisis e interpretación de los datos, se concluyó que el tratamiento T3 Bioestimulante + NPK (100%) 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 T3 Bioestimulante + NPK (100%) fue el mejor tratamiento, con un valor de 4190.40 kg/ha. El tratamiento promedio más bajo fue T1 Bioestimulante + NPK (50%) con 2316.40 kg/ha al evaluar el 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 T3 Bioestimulante + NPK (100%), con un beneficio/costo de 1.79; lo que significa que por cada dólar invertido se generó una ganancia de 0.79 dólares. En conclusión, se recomienda el empleo de la combinación de Bioestimulante + NPK para potenciar el desarrollo y el incremento del rendimiento del cultivo de arroz.

**Palabras clave:** Arroz, Biostimulante, espiga, grano, planta.

## ABSTRACT

The present work was focused on determining the effect of using a biostimulant to improve the absorption and assimilation of nutrients in rice (*Oryza sativa* L.) crops. After analyzing and interpreting the data, it was concluded that the treatment T3 Biostimulant + NPK (100%) 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. In terms of yield, T3 Biostimulant + NPK (100%) was the best treatment, with a value of 4190.40 kg/ha. The lowest average treatment was T1 Biostimulant + NPK (50%) with 2316.40 kg/ha when evaluating the yield of the rice crop. Finally, an economic analysis was carried out, based on the data on the yields of each treatment and the benefit/cost ratio, which showed that the treatment that predominated in the study was T3 Biostimulant + NPK (100%), with a benefit/cost of 1.79; which means that for every dollar invested, a profit of 0.79 dollars was generated. In conclusion, the use of the combination of Biostimulant + NPK is recommended to enhance the development and increase the yield of rice crops.

**Keywords:** *Rice, Biostimulant, spike, grain, plant.*

## 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
<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>42</b>
<b>APÉNDICES.....</b>	<b>42</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 .....	40
<b>Anexo N° 7:</b> Figura 2. Ubicación del estudio .....	40
<b>Anexo N° 8:</b> Figura 3. Ficha técnica del producto .....	41
<b>Anexo N° 9:</b> Figura 4. Delimitación de parcelas .....	42
<b>Anexo N° 10:</b> Figura 5. Recolección de plántulas .....	42
<b>Anexo N° 11:</b> Figura 6. Visita de la docente guía a la zona de estudio .....	43
<b>Anexo N° 12:</b> Figura 7. Recomendaciones técnicas del producto.....	43
<b>Anexo N° 13:</b> Figura 8. Primera aplicación de tratamientos .....	44
<b>Anexo N° 14:</b> Figura 9. Aplicación de parcelas por tratamiento .....	44
<b>Anexo N° 15:</b> Figura 10. Dosificación de tratamientos .....	45
<b>Anexo N° 16:</b> Figura 11. Aplicación de tratamientos T3 R4 .....	45

## ÍNDICE DE APÉNDICES

<b>Apéndices N° 1:</b> Tabla 12. Análisis de varianza altura de plantas.....	46
<b>Apéndices N° 2:</b> Tabla 13. Análisis de varianza espigas por planta.....	47
<b>Apéndices N° 3:</b> Tabla 14. Análisis de varianza granos por espiga .....	48
<b>Apéndices N° 4:</b> Tabla 15. Análisis de varianza peso 1000 granos .....	49
<b>Apéndices N° 5:</b> Tabla 16. Análisis de varianza rendimiento .....	50

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes del problema

Uno de los mayores problemas que enfrentan los productores arroceros en particular en la zona de Santa Rosa es la afectación de los suelos causado por la aplicación de altas dosis de fertilizantes, han provocado degradación en los suelos de producción arroceros, así como también se han elevado los costos de producción en el cultivo.

Uno de los productos básicos de la canasta familiar típica ecuatoriana es el arroz. Dentro de su estructura productiva, los pequeños agricultores ocupan la mayor parte de la tierra, siendo las provincias de Guayas y Los Ríos las que producen más del 87% del arroz que se produce en ellas.

Su participación en el PIB es de aproximadamente 1,55%. Se produce muy poco arroz para la exportación (4%), destinándose la mayor parte (96%) al consumo interno (Bayer, 2023).

### 1.2 Planteamiento y formulación del problema

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

El uso excesivo de fertilizantes fosforados provoca un desequilibrio de nutrientes, deja a las plantas vulnerables a los ataques de insectos y enfermedades, reduce el rendimiento y ocasiona pérdidas económicas. También pueden debilitar la vida microbiana del suelo. La utilización de biocidas para mejorar el control de plagas a lo largo del ciclo de cultivo del arroz contribuiría a la obtención de un producto de alta calidad apto para el consumo humano.

#### ***1.2.2 Formulación del problema***

¿Cuál será el efecto del uso de un bioestimulante para mejorar la absorción y asimilación de nutrientes en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el cantón Santa Rosa?

### 1.3 Justificación de la investigación

Existe una gran pérdida de nitrógeno no asimilado por las plantas, porque al momento de la aplicación, éste se disuelve instantáneamente en la lámina de agua, de la cual la mayor parte se va a perder por lixiviación y volatilización hacia la atmosfera, esto hace que un 70% del Nitrógeno no sea aprovechado por las plantas.

### 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 el uso de un bioestimulante para mejorar la absorción y asimilación de nutrientes 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 del bioestimulante que favorece al desarrollo productivo del cultivo de arroz.
- Realizar análisis económico del mejor tratamiento en base a la relación beneficios/costos.

### 1.7 Hipótesis o idea a defender

Al menos una de las dosis establecidas del bioestimulante mejoro la producción del cultivo cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Estado del arte

Los bioestimulantes han emergido como herramientas innovadoras para mejorar la productividad agrícola, especialmente en cultivos esenciales como el arroz (*Oryza sativa* L.). Su aplicación busca optimizar procesos fisiológicos, aumentar la tolerancia al estrés abiótico y mejorar la calidad del grano. En los últimos años, la investigación en este ámbito ha crecido significativamente, particularmente en relación con su efectividad en diferentes condiciones agroclimáticas (Roch et al., 2020).

En 2022, Ahmad et al. llevaron a cabo un estudio para analizar cómo los bioestimulantes mejoran la resistencia del arroz al estrés por salinidad. Aplicaron compuestos ricos en antioxidantes y polisacáridos, demostrando que las plantas tratadas mostraron una menor acumulación de sodio en los tejidos foliares y un mayor contenido de clorofila. Este enfoque puede ser una solución viable para zonas afectadas por la salinización del suelo.

Los bioestimulantes también han sido investigados como complementos en sistemas de manejo integrado de nutrientes. Según Kumar et al. (2020), su aplicación junto con fertilizantes convencionales permitió reducir en un 20% el uso de fertilizantes químicos sin comprometer el rendimiento, mejorando así la sostenibilidad de los sistemas productivos.

En 2023, Patel et al. estudiaron los avances en la nanotecnología aplicada a bioestimulantes. La encapsulación de compuestos bioactivos permitió una liberación controlada y sostenida, maximizando los beneficios para las plantas de arroz. Este enfoque abre nuevas oportunidades para optimizar la eficiencia en el uso de bioestimulantes.

Un reciente trabajo de Zhang et al. (2024) exploró los efectos de extractos botánicos, como bioestimulantes, en el cultivo de arroz. Este estudio destacó que las plantas tratadas con estos extractos exhibieron una mayor actividad enzimática y una reducción de enfermedades foliares, promoviendo una agricultura más sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

Un análisis realizado en 2023 por Singh et al. destacó el papel de microorganismos beneficiosos como rizobacterias y hongos micorrícicos arbusculares en el rendimiento del arroz. La interacción simbiótica no solo

incrementó la absorción de nutrientes, sino que también mejoró la estructura del suelo, favoreciendo un incremento promedio del 25% en la producción de granos.

Un estudio realizado por Choudhury et al. (2021) evaluó el impacto de bioestimulantes a base de extractos de algas y aminoácidos en el desarrollo de las plantas de arroz. Los resultados indicaron una mejora notable en la actividad fotosintética y en la eficiencia del uso del agua, lo que derivó en un aumento del rendimiento del 18%. Estos resultados respaldan el potencial de los bioestimulantes para promover un desarrollo más eficiente del cultivo bajo condiciones limitadas de recursos hídricos.

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

### **2.2.1 Origen**

Hace casi 10.000 años, el arroz (*Oryza sativa* L.) se cultivó por primera vez en varias regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Más de la mitad de la población mundial depende de este cultivo para su dieta básica. Ocupa el segundo lugar en el mundo por superficie cosechada, sólo por detrás del trigo. En comparación con otros cereales cultivados, el arroz es el que más calorías produce por hectárea (Acevedo, 2020).

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

Según Oliveira (2020) el cultivo de arroz cuenta con la siguiente descripción taxonómica:

Reino Vegetal  
 División Angiospermae  
 Clase Monocotyledoneae  
 Orden Glumiflorae  
 Tribu Oryze  
 Familia Graminaceae  
 Género *Oryza*  
 Especie *sativa* L. (p. 23)

### **2.2.3 Morfología**

#### **2.2.3.1. Raíz**

Los factores ambientales y genéticos regulan el crecimiento de las raíces del cultivo de arroz. Además de proporcionar a la planta soporte y fijación, las raíces también absorben nutrientes y agua y están constantemente comprobando las condiciones del suelo, incluido el contenido de agua, el nivel de nutrición y la

presencia de componentes peligrosos. Por este motivo, siempre se están adaptando a su entorno (Zhao, 2019).

#### **2.2.3.2. Tallo**

El tallo tiene un número variado de nudos y es una estructura erecta y cilíndrica. El entrenudo es la sección hueca y delicadamente estriada del tallo que se encuentra entre los nudos (Chang, 2020).

#### **2.2.3.3. Hojas**

Las hojas de las plantas son estructuras laterales que crecen repetidamente a partir del meristemo apical del tallo. El proceso de desarrollo de una hoja es intrincado e implica la división y expansión de las células, la identificación del eje y su diferenciación, y la especificación de los tejidos (Itoh, 2023).

#### **2.2.3.4. Inflorescencia**

El arroz es una planta de día corto y sin requerimientos de vernalización. Existe variabilidad genética para la sensibilidad al fotoperíodo. De esta forma, los cultivares pueden clasificarse según el tiempo que demoran en llegar a la diferenciación del primordio floral en altamente sensibles, medianamente sensibles e insensibles al fotoperíodo. La mayoría de las variedades comerciales son insensibles al fotoperíodo, donde el tiempo a floración no depende de la longitud del día. La inflorescencia del arroz es clasificada como una panoja compuesta formada de un número variable de espiguillas (Ikeda, 2021).

#### **2.2.3.5. Espiguilla**

En la inflorescencia del arroz, la espiguilla está directamente conectada a las ramas laterales de la panoja mediante el pedicelo, cuyo número se reduce en sentido acropétalo (desde la base al ápice). Las ramas laterales de la panoja que están adheridas directamente al raquis, se denominan ramas primarias y las que están sujetas a las ramas primarias se llaman ramas secundarias. Si la rama es suficientemente pequeña como para estar compuesta por una sola espiguilla se llama pedúnculo (Yang et al., 2023).

### **2.2.4 Requerimientos edafoclimáticos**

#### **2.2.4.1. 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 subtropicos y en climas templados. El cultivo se extiende desde los 49-50° de latitud norte a los 35° de latitud sur. El arroz se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2.500 m. de altitud. Las precipitaciones condicionan el sistema y las técnicas de cultivo, sobre todo cuando se cultivan en tierras altas, donde están más influenciadas por la variabilidad de las mismas (Moran, 2023).

#### **2.2.4.2. 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, propia del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y deltas de los ríos. Los suelos de textura fina 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. Consumo de agua (riego por gravedad): 11,000 m<sup>3</sup> /ha. (Midagri, 2022).

#### **2.2.4.3. Temperatura**

Las temperaturas de germinación son, mínimas de 10 a 13 °C; óptima de 30 a 35 °C y; por encima de los 40 °C, no se produce la germinación. En presencia de oxígeno se desarrolla más rápidamente el sistema radicular que el aéreo; lo contrario sucede cuando el terreno se encuentra cubierto de agua. El crecimiento del tallo, hojas y raíces requieren un mínimo de temperatura de 7 °C, considerándose óptimo los 23 °C. Con temperaturas superiores a ésta, las plantas crecen más rápidamente, pero los tejidos se hacen demasiado blandos, siendo más susceptibles a los ataques de enfermedades (Guerrero, 2020).

### **2.2.5 Variedad a utilizar**

#### **2.2.5.1. INIAP 15**

INIAP (2017) menciona que la variedad INIAP 15-BOLICHE, fue desarrollada por el programa nacional de arroz del INIAP, a partir del año 2000 a través de hibridaciones. Proviene del cruce de IR 18348-36-3-3/CT10308-27-3-1P-1-3-3P, y su pedigrí es IN 119-8-2-. Resistencia al acame, resistencia a (*Pyricularia grisea*), moderadamente resistente al virus de la hoja blanca. Para siembra directa

al voleo se debe utilizar 100 kg/ha de semilla pre germinada y para trasplante utilizar 45 kg/ha a una distancia de siembra de 30x30, 25x25, y 30x30 cm.

### **2.2.6 Bioestimulantes**

Es un abono sólido, orgánico y de liberación lenta. Un producto recientemente desarrollado que utiliza ingredientes orgánicos naturales únicos y de alta calidad, una mezcla bien equilibrada de más de diez compuestos orgánicos al 90 % para fertilizar y sacar el máximo provecho de tus bonsáis (Perero, 2023).

Los bioestimulantes hacen referencia a un concepto muy amplio, ya que se tratan de sustancias y/o microorganismos cuya función es estimular los procesos naturales que mejoran la absorción y asimilación de nutrientes, tratar el estrés abiótico o mejorar algunas de sus características agronómicas.

## **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 determinar el efecto del uso de un bioestimulante para mejorar la absorción y asimilación de nutrientes del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

##### **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, la 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 bioestimulante para mejorar la absorción y asimilación de nutrientes 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 realizo 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 fue DBCA constituido por cuatro tratamientos de diferentes dosis de bioestimulantes con cinco repeticiones obteniendo 20 parcelas experimentales.

## 3.2 Metodología

### 3.2.1 Variables

#### 3.2.1.1. Variable independiente

Bioestimulantes, cultivo 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 contó 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:

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

### 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 constarán de 4 tratamientos y 5 repeticiones como se detallan a continuación:

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

No.	Tratamientos	Dosis por hectárea	Dosis por parcela (25m <sup>2</sup> )	Frecuencia de aplicación por días
1	Bioestimulante + NPK	1 L + 125 kg	2.5 ml + 312 g	15, 30, 45
2	Bioestimulante + NPK	1.5 L + 125 kg	3.75 ml + 312 g	15, 30, 45
3	Bioestimulante + NPK	2 L + 125 kg	5 ml + 312 g	15, 30, 45
4	T. convencional (NPK)	180 kg	450 g	15, 30, 45

Elaborado por: El Autor, 2025

### 3.2.4 Diseño experimental

Tabla 3.  
**Esquema de análisis de varianza**

Fuente de Variación	Fórmula	Desarrollo	GL
Tratamientos	$T - 1$	$4 - 1$	3
Repeticiones	$r - 1$	$5 - 1$	4
Error	$(t-1) (r-1)$	$(4-1) (5-1)$	12
Total	$N - 1$	$20 - 1$	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, bioestimulantes.
- **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
Bioestimulantes	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 fueron las siguientes:

- **Preparación del terreno:** El proyecto comenzó con la medición y preparación del terreno; luego se realizaron 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 tuvieron una altura aproximada de 25 cm se controlaron 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 tomó 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 rendimientos de la producción a través de la toma de los resultados obtenidos en el proyecto.

### 3.2.6 Población y muestra

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

Descripción	Cantidad	Total
Número de tratamientos	4	
Número de repeticiones	5	
Número de parcelas	20	
Área de la parcela	5 m x 5 m	25 m <sup>2</sup>
Área útil de la parcela	3 m x 3 m	9 m <sup>2</sup>
Área total del estudio		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**

**Ha:** Al menos un bioestimulante mejoró la absorción y asimilación de nutrientes del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

**Ho:** Ningún bioestimulante mejoró la absorción y asimilación de nutrientes del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

## 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. Según el análisis de varianza, se encontró un coeficiente de variación de 2.96 % y un valor p de <0,0001, lo que indica que la hipótesis nula fue rechazada y se encontró significancia estadística entre los tratamientos. T3 Bioestimulante + NPK (100%) fue el mejor tratamiento, con un valor de 57.40 cm; seguido de T2 Bioestimulante + NPK (75%) con un valor de 55.60 cm; seguido del T4 (Testigo convencional NPK (100 %) con un valor de 54.00 cm. El tratamiento promedio más bajo fue T1 Bioestimulante + NPK (50%) con 50.60 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	0.97	0.96	2.96

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	127.50	7	18.21	66.23	<0.0001
Tratamientos	125.20	3	41.73	151.76	<0.0001
Repetición	2.30	4	0.57	2.09	0.1451
Error	3.30	12	0.27		
Total	130.80	19			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.98467**

Error: 0.2750 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1 Bioestimulante + NPK (5..	50.60	5	0.23	A
T4 (Testigo convencional N..	54.00	5	0.23	B
T2 Bioestimulante + NPK (7..	55.60	5	0.23	C
T3 Bioestimulante + NPK (1..	57.40	5	0.23	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 espiga por planta del cultivo de arroz. Según el análisis de varianza, se encontró un coeficiente de variación de 2.92 % y un valor p de <0,0001, lo que indica que la hipótesis nula fue rechazada y se encontró significancia estadística entre los tratamientos. T3 Bioestimulante + NPK (100%) fue el mejor tratamiento, con un valor de 75.60 %; seguido de T2 Bioestimulante + NPK (75%) con un valor de 74.20 %; seguido del T4 (Testigo convencional NPK (100 %) con un valor de 73.00 %. El tratamiento promedio más bajo fue T1 Bioestimulante + NPK (50%) con 70.80 % al evaluar el número de 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	0.92	0.87	2.92

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	63.30	7	9.04	19.73	<0.0001
Tratamientos	62.00	3	20.67	45.09	<0.0001
Repetición	1.30	4	0.32	0.71	0.6011
Error	5.50	12	0.46		
Total	68.80	19			

#### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.27121

Error: 0.4583 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1 Bioestimulante + NPK (5..	70.80	5	0.30	A
T4 (Testigo convencional N..	73.00	5	0.30	B
T2 Bioestimulante + NPK (7..	74.20	5	0.30	B
T3 Bioestimulante + NPK (1..	75.60	5	0.30	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 2.98 % y un valor p de <0,0001, lo que indica que la hipótesis nula fue rechazada y se encontró significancia estadística entre los tratamientos. T3 Bioestimulante + NPK (100%) fue el mejor tratamiento, con un valor de 156.60 %; seguido de T2 Bioestimulante + NPK (75%) con un valor de 144.60 %; seguido del T4 (Testigo convencional NPK (100 %) con un valor de 134.20 %. El tratamiento promedio más bajo fue T1 Bioestimulante + NPK (50%) con 126.40 % al evaluar el número de 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	0.93	0.88	2.98

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2593.25	7	370.46	21.20	<0.0001
Tratamientos	2572.55	3	857.52	49.07	<0.0001
Repetición	20.70	4	5.18	0.30	0.8749
Error	209.70	12	17.48		
Total	2802.95	19			

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=7.84936

Error: 17.4750 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1 Bioestimulante + NPK (5..	126.40	5	1.87	A
T4 (Testigo convencional N..	134.20	5	1.87	A
T2 Bioestimulante + NPK (7..	144.60	5	1.87	B
T3 Bioestimulante + NPK (1..	156.60	5	1.87	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 1.78 % y un valor p de  $<0,0001$ , lo que indica que la hipótesis nula fue rechazada y se encontró significancia estadística entre los tratamientos. T3 Bioestimulante + NPK (100%) fue el mejor tratamiento, con un valor de 32.46 %; seguido de T2 Bioestimulante + NPK (75%) con un valor de 28.86 %; seguido del T4 (Testigo convencional NPK (100 %) con un valor de 26.87 %. El tratamiento promedio más bajo fue T1 Bioestimulante + NPK (50%) con 21.29 % al evaluar el peso de 1000 granos de arroz.

**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	0.99	0.99	1.78

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	328.85	7	46.98	197.86	<0.0001
Tratamientos	326.76	3	108.92	458.73	<0.0001
Repetición	2.09	4	0.52	2.20	0.1306
Error	2.85	12	0.24		
Total	331.70	19			

#### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.91496

Error: 0.2374 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1 Bioestimulante + NPK (5..	21.29	5	0.22	A
T4 (Testigo convencional N..	26.87	5	0.22	B
T2 Bioestimulante + NPK (7..	28.86	5	0.22	C
T3 Bioestimulante + NPK (1..	32.46	5	0.22	D

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

Elaborado por: El Autor, 2025

## 4.2 Identificación de la dosis del bioestimulante 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 4.46 % y un valor p de <0,0001, lo que indica que la hipótesis nula fue rechazada y se encontró significancia estadística entre los tratamientos. T3 Bioestimulante + NPK (100%) fue el mejor tratamiento, con un valor de 4190.40 %; seguido de T2 Bioestimulante + NPK (75%) con un valor de 3668.80 %; seguido del T4 (Testigo convencional NPK (100 %) con un valor de 3370.20 %. El tratamiento promedio más bajo fue T1 Bioestimulante + NPK (50%) con 2316.40 % al evaluar el rendimiento del cultivo de arroz.

**Tabla 10.**

### Rendimiento (kg/ha)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento (kg/ha)	20	0.97	0.96	4.46

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9368444.65	7	1338349.24	58.78	<0.0001
Tratamientos	9356640.95	3	3118880.32	136.98	<0.0001
Repetición	11803.70	4	2950.92	0.13	0.9687
Error	273224.30	12	22768.69		
Total	9641668.95	19			

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=283.33144

Error: 22768.6917 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1 Bioestimulante + NPK (5..	2316.40	5	67.48	A
T4 (Testigo convencional N..	3370.20	5	67.48	B
T2 Bioestimulante + NPK (7..	3668.80	5	67.48	C
T3 Bioestimulante + NPK (1..	4190.40	5	67.48	D

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 T3 Bioestimulante + NPK (100%), con un beneficio/costo de 1.79; lo que significa que por cada dólar invertido se generó una ganancia de 0.79 dólares; seguido por T2 Bioestimulante + NPK (75%), con un valor de 1.62 con un retorno de 0.62 dólares; seguido por T1 Bioestimulante + NPK (50%), con un valor de 1.49 con un retorno de 0.49 dólares y por último el T4 (Testigo convencional NPK (100 %), con un valor de 1.33 con un retorno de 0.33 dólares.

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

TRAT.	REND.	PRECIO COM. (\$/Kg)	BIEN BRUTO \$	COSTOS PROD.	BIEN NETO \$	RELACIÓN B/C
T1	2316.40	0.40	1178.48	1208	560.48	1.49
T2	3668.80	0.40	1957.98	1210	745.98	1.62
T3	4190.40	0.40	2739.33	1219	920.33	1.79
T4	3370.20	0.40	1598.97	1200	398.97	1.33

**Elaborado por: El Autor, 2025**

## 5. DISCUSIÓN

El presente trabajo estuvo enfocado en determinar el efecto del uso de un bioestimulante para mejorar la absorción y asimilación de nutrientes del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Tras realizar el análisis e interpretación de los datos, se concluyó que el tratamiento T3 Bioestimulante + NPK (100%) 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 Roch *et al* (2020) quien indica que los bioestimulantes han emergido como herramientas innovadoras para mejorar la productividad agrícola, especialmente en cultivos esenciales como el arroz (*Oryza sativa* L.). Su aplicación busca optimizar procesos fisiológicos, aumentar la tolerancia al estrés abiótico y mejorar la calidad del grano. En los últimos años, la investigación en este ámbito ha crecido significativamente, particularmente en relación con su efectividad en diferentes condiciones agroclimáticas. Así mismo, Choudhury *et al.* (2021) evaluó el impacto de bioestimulantes a base de extractos de algas y aminoácidos en el desarrollo de las plantas de arroz. Los resultados indicaron una mejora notable en la actividad fotosintética y en la eficiencia del uso del agua, lo que derivó en un aumento del rendimiento del 18%. Estos resultados respaldan el potencial de los bioestimulantes para promover un desarrollo más eficiente del cultivo bajo condiciones limitadas de recursos hídricos.

En relación con el segundo objetivo específico, se analizó la variable de rendimiento del cultivo, identificando que el tratamiento T3 Bioestimulante + NPK (100%) fue el mejor tratamiento, con un valor de 4190.40 kg/ha. Ahmad *et al.* (2021) realizó un estudio para analizar cómo los bioestimulantes mejoran la resistencia del arroz al estrés por salinidad. Aplicaron compuestos ricos en antioxidantes y polisacáridos, demostrando que las plantas tratadas mostraron una menor acumulación de sodio en los tejidos foliares y un mayor contenido de clorofila. Este enfoque puede ser una solución viable para zonas afectadas por la salinización del suelo. Concuerda con lo realizado por Singh *et al.* (2023) en su investigación destacó el papel de microorganismos beneficiosos como rizobacterias y hongos micorrízicos en el rendimiento del arroz. La interacción simbiótica no solo incrementó la absorción de nutrientes, sino que también mejoró la estructura del suelo, favoreciendo un incremento promedio del 25% en la producción de granos.

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 T3 Bioestimulante + NPK (100%), con un beneficio/costo de 1.79; lo que significa que por cada dólar invertido se generó una ganancia de 0.79 dólares. Según Kumar *et al.* (2020), indica que los bioestimulantes también han sido investigados como complementos en sistemas de manejo integrado de nutrientes, su aplicación junto con fertilizantes convencionales permitió reducir en un 20% el uso de fertilizantes químicos sin comprometer el rendimiento, mejorando así la sostenibilidad de los sistemas productivos. Así mismo Patel *et al.* (2022), estudiaron los avances en la nanotecnología aplicada a bioestimulantes. La encapsulación de compuestos bioactivos permitió una liberación controlada y sostenida, maximizando los beneficios para las plantas de arroz. Este enfoque abre nuevas oportunidades para optimizar la eficiencia en el uso de bioestimulantes.

## 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 T3 Bioestimulante + NPK (100%) fue el mejor tratamiento; seguido de T2 Bioestimulante + NPK (75%); seguido del T4 (Testigo convencional NPK (100 %)). El tratamiento promedio más bajo fue T1 Bioestimulante + NPK (50%).

En cuanto al rendimiento del cultivo, el tratamiento T3 Bioestimulante + NPK (100%) fue el mejor tratamiento, con un valor de 4190.40 kg/ha; seguido de T2 Bioestimulante + NPK (75%) con un valor de 3668.80 kg/ha; seguido del T4 (Testigo convencional NPK (100 %) con un valor de 3370.20 kg/ha. El tratamiento promedio más bajo fue T1 Bioestimulante + NPK (50%) con 2316.40 kg/ha al evaluar el 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 T3 Bioestimulante + NPK (100%), con un beneficio/costo de 1.79; lo que significa que por cada dólar invertido se generó una ganancia de 0.79 dólares; seguido por T2 Bioestimulante + NPK (75%), con un valor de 1.62 con un retorno de 0.62 dólares; seguido por T1 Bioestimulante + NPK (50%), con un valor de 1.49 con un retorno de 0.49 dólares y por último el T4 (Testigo convencional NPK (100 %)), con un valor de 1.33 con un retorno de 0.33 dólares.

En conclusión, el uso de la combinación de bioestimulante + NPK (100%), aumenta significativamente la productividad del cultivo de arroz.

### 6.2 Recomendaciones

De acuerdo con esta investigación, se recomienda lo siguiente:

Se recomienda profundizar en la investigación sobre la respuesta diferencial de diversos cultivares de arroz ante la aplicación de bioestimulantes. Esto permitirá identificar variedades que sean más sensibles a estos productos, maximizando su impacto en regiones específicas con condiciones agroclimáticas particulares.

Además, se podrían priorizar estudios en cultivares locales para garantizar su adaptación y productividad.

Con el aumento de eventos climáticos extremos, como sequías e inundaciones, se recomienda investigar el papel de los bioestimulantes en la resiliencia del arroz a estos fenómenos. Evaluar su capacidad para mitigar los efectos del estrés hídrico, térmico y salino, con especial atención a regiones vulnerables.

Realizar estudios a largo plazo para evaluar los efectos acumulativos de los bioestimulantes en el suelo, el medio ambiente y el cultivo de arroz. Además, se requiere un análisis económico exhaustivo que determine la viabilidad financiera de su uso para los agricultores, especialmente en países en desarrollo.

Los futuros estudios deben explorar cómo los bioestimulantes pueden integrarse en sistemas agrícolas sostenibles junto con otras prácticas como el manejo integrado de plagas, la rotación de cultivos y el uso de fertilizantes orgánicos. Esto garantizará un enfoque más holístico hacia la sostenibilidad.

Investigar nuevas tecnologías para la formulación y aplicación de bioestimulantes, como la encapsulación nanométrica y los sistemas de liberación controlada. Estas innovaciones podrían mejorar la estabilidad, biodisponibilidad y eficiencia de los bioestimulantes en el cultivo de arroz.

Basado en los resultados de esta investigación, donde el tratamiento más efectivo fue el T3 Bioestimulante + NPK (100%), por lo cual, se recomienda para potenciar el desarrollo y el incremento del rendimiento del cultivo de arroz.

## BIBLIOGRAFÍA

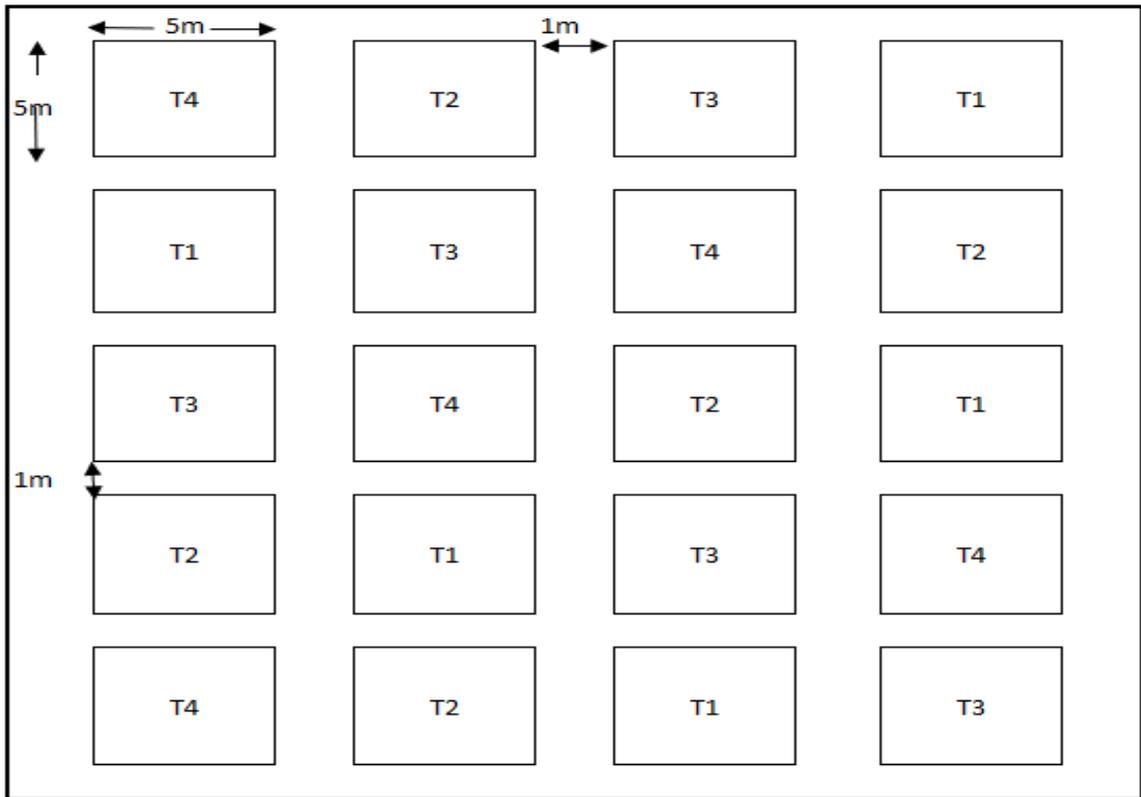
- Acevedo, M. (2020). Origen, evolución y diversidad del arroz. [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-6000200001](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-6000200001)
- Ankor, (2019). Los bioestimulantes contienen en su composición una gran cantidad ácidos húmicos y aminoácidos. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v30n1/0379-3982-tem-30-01-00067.pdf>
- Ahmad, M., Hasanuzzaman, M., & Fujita, M. (2022). Enhancing salt stress tolerance in rice using plant bio-stimulants. *Agricultural Sciences*, 13(4), 345-360. <https://doi.org/10.1016/j.agrsci.2022.05.003>
- Bayer. (2023). Solución para el arroz. Importancia económica y social del cultivo de arroz en Ecuador. <https://www.agro.bayer.ec/es-ec/cultivos/arroz.html>
- Chang, T. (2020). Morfología y características varietales de la planta de arroz. *Tech. Bull.* 4. 40 p. International Rice Research Institute (IRRI), Los Baños, Laguna The Philippines.
- Choudhury, D., Sharma, R., & Bose, A. (2021). Bio-stimulants as growth enhancers in rice under limited water conditions. *Journal of Plant Physiology*, 189(2), 215-223. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2021.07.002>
- Enríquez, G. (2022). El crecimiento de las raíces y su relación con el crecimiento de brotes y frutos. *Guía para productores ecuatorianos*. . Quito, Ecuador. : Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones agropecuarias.360 p.
- Guerrero, . (2020). Requerimientos edafoclimáticos. Temperatura. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ediciones Mundi–Prensa. Madrid, España. 206 p.
- Hormoza, P. (2020). *Utilizacion de Rizotrones para el Estudio de la Dinámica del Crecimiento de Raíces d*. Bogotá – Colombia.: CENIPALMA. .
- INIAP. (2017). Manual del Cultivo de Arroz: Factores Ambientales para el Desarrollo del Cultivo de Arroz 2ª Edición, Pág. 7-46.
- Ikeda, K., (2022). Desarrollo de la inflorescencia y la espiguilla en el arroz. *Breed. Sci.* 54:147-156.

- Itoh, J. (2023). Desarrollo de la planta del arroz.: from zygote to spikelet. *Plant Cell Physiol.* 46:23-47.
- Kumar, S., Verma, P., & Gupta, R. (2020). Integrated nutrient management with bio-stimulants in rice production systems. *Field Crops Research*, 245(6), 118-125. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.05.010>
- MIDAGRI. (2022). Condiciones agroclimáticas del cultivo de arroz. [https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/direccion\\_informacion\\_agraria/boletines\\_tecnicos/cultivo\\_arroz.pdf](https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/direccion_informacion_agraria/boletines_tecnicos/cultivo_arroz.pdf)
- Moran, J. (2023). Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de arroz. *Clima.* <https://jose31moran.blogspot.com/2012/07/requerimientos-edafoclimaticos.html>
- Muñoz, C. P., Tenazoa, N. M., y Castro., E. V. (2022). Fases fenológicas de floración, fructificación y maduración. *Researchgate.net*, 39.
- Oliveira, A. (2020). Taxonomía del cultivo de arroz. <https://ecuador.inaturalist.org/taxa/61381-Oryza-sativa>
- Patel, R., Singh, V., & Yadav, P. (2023). Nanotechnology-based bio-stimulants in rice farming: A review. *Advances in Agricultural Science*, 30(3), 178-192. <https://doi.org/10.1007/s11837-023-5678-9>
- Perero, J. (2023). Biocidas orgánicos. Sustancias químicas de origen natural o microorganismos. <http://indesol.gob.mx>
- Puentes, Y. (2019). Fertilización deficiente es uno de los factores limitantes en la producción de arroz. *Acta Agronómica* 63 (2) p 145–152.
- Roch, J., Müller, C., & Silva, P. (2020). Overview of biostimulants application in rice crops. *Plant Science Today*, 7(1), 34-45. <https://doi.org/10.14710/pst.2020.34-45>
- Ruales, Burbano y Ballesteros. (2021). La contestación a la fertilización en cacao depende del sistema de producción. *Revista de Ciencias Agrícolas* 28(2)

- Santiago, Muñoz y Castillo. (2022). El efecto de bioestimulantes sobre algunos parámetros biométricos indicadores de calidad de material vegetal. *Ediciones Unisalle, Bogotá.*, pp.191-204.
- Singh, N., Tiwari, S., & Das, K. (2023). Effect of microbial bio-stimulants on rice yield and soil health. *Journal of Soil Biology*, 38(5), 299-312. <https://doi.org/10.1016/j.jsb.2023.08.002>
- Yang, K., Sunohara, H., Nagato, (2023). Desarrollo de la inflorescencia y la espiguilla en el arroz. *Breed. Sci.* 54:147-156.
- Zhang, W., Chen, L., & Huang, Y. (2024). *Botanical extracts in sustainable rice farming systems*. *Journal of Sustainable Agriculture*, 40(1), 12-24. <https://doi.org/10.1016/j.susagr.2024.01.004>
- Zhao, Y. (2019). Análisis genético de raíces y brotes en plántulas de arroz mediante cartografía de asociación. *Genes Genomics* 41:95-105

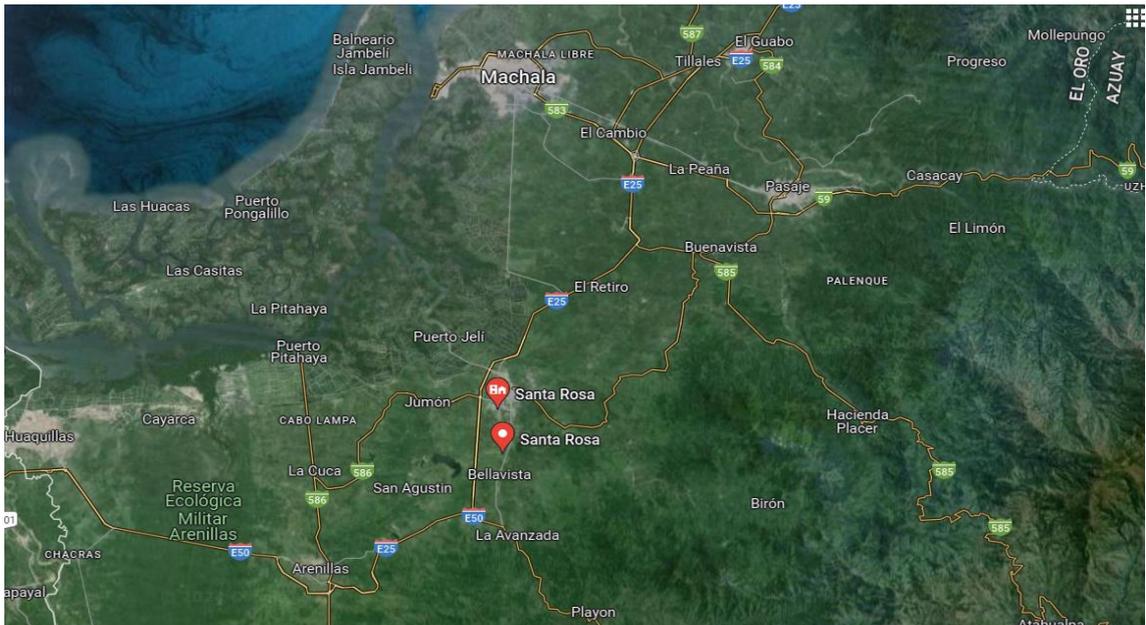
ANEXOS

Figura 1.  
Croquis del estudio



Elaborado por: El Autor, 2025

Figura 2.  
Ubicación satelital del estudio



Fuente: Google Maps, 2025

**Figura 3.**  
**Ficha técnica del producto**

<b>Fertilizante foliar</b>	
<b>Suspensión acuosa</b>	
<b>COMPOSICION PORCENTUAL</b>	
<b>Ingredientes activos:</b>	<b>Porcentaje en peso</b>
Nitrógeno amoniacal	10%
Fósforo P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	20%
Potasio K <sub>2</sub> O	5%
<b>Elementos menores:</b>	
Fierro y Zinc metálicos	500ppm
Magnesio y Manganeso	100ppm
Boro	80ppm
Cobre	50ppm
Molibdeno	2ppm
Giberelinas	30ppm
Folcisteína	2,750ppm
Acido húmico	7,800ppm



**INFORMACION GENERAL**  
FOLTRON PLUS es un fertilizante foliar líquido de alta concentración, suplemento adicional al programa normal de fertilización. FOLTRON PLUS es un producto que tiene una formulación de elementos mayores 10-20-5 y esta adicionado con elementos menores, hormonas vegetales, folcisteína y ácidos húmicos. FOLTRON PLUS corrige deficiencias nutricionales en las plantas y evita la caída de botones, cuadros, flores y frutos.

**PRECAUCIONES Y ADVERTENCIAS:**  
FOLTRON PLUS está catalogado como un producto no tóxico para humanos ni animales, sin embargo, se recomienda observar las precauciones normales antes de su aplicación como por ejemplo: no ingerir el producto y lavarse las manos y bañarse con abundante agua y jabón.

**MANTENGASE FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS**

**INSTRUCCIONES DE USO:**  
Siempre calibre el equipo de aplicación.

**Fuente: Agrizon, 2025**

**Figura 4.**  
***Delimitación de parcelas***



Elaborado por: El Autor, 2025

**Figura 5.**  
***Recolección de plántulas***



Elaborado por: El Autor, 2025

**Figura 6.**  
**Visita de la docente guía a la zona de estudio**



Elaborado por: El Autor, 2025

**Figura 7.**  
**Recomendaciones técnicas del producto**



Elaborado por: El Autor, 2025

**Figura 8.**  
***Primera aplicación de tratamientos***



Elaborado por: El Autor, 2025

**Figura 9.**  
***Aplicación de tratamientos por parcelas***



Elaborado por: El Autor, 2025

**Figura 10.**  
***Dosificación de tratamientos***



Elaborado por: El Autor, 2025

**Figura 11.**  
***Aplicación de tratamientos T3 R4***



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	0.97	0.96	2.96

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	127.50	7	18.21	66.23	<0.0001
Tratamientos	125.20	3	41.73	151.76	<0.0001
Repetición	2.30	4	0.57	2.09	0.1451
Error	3.30	12	0.27		
Total	130.80	19			

#### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.98467**

Error: 0.2750 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1 Bioestimulante + NPK (5..	50.60	5	0.23	A
T4 (Testigo convencional N..	54.00	5	0.23	B
T2 Bioestimulante + NPK (7..	55.60	5	0.23	C
T3 Bioestimulante + NPK (1..	57.40	5	0.23	D

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

#### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.18193**

Error: 0.2750 gl: 12

Repetición	Medias	n	E.E.	
2	54.00	4	0.26	A
1	54.25	4	0.26	A
4	54.25	4	0.26	A
5	54.50	4	0.26	A
3	55.00	4	0.26	A

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	0.92	0.87	2.92

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	63.30	7	9.04	19.73	<0.0001
Tratamientos	62.00	3	20.67	45.09	<0.0001
Repetición	1.30	4	0.32	0.71	0.6011
Error	5.50	12	0.46		
Total	68.80	19			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.27121**

Error: 0.4583 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1 Bioestimulante + NPK (5..	70.80	5	0.30	A
T4 (Testigo convencional N..	73.00	5	0.30	B
T2 Bioestimulante + NPK (7..	74.20	5	0.30	B
T3 Bioestimulante + NPK (1..	75.60	5	0.30	C

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

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.52587**

Error: 0.4583 gl: 12

Repetición	Medias	n	E.E.	
5	73.00	4	0.34	A
3	73.25	4	0.34	A
4	73.50	4	0.34	A
2	73.50	4	0.34	A
1	73.75	4	0.34	A

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	0.93	0.88	2.98

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2593.25	7	370.46	21.20	<0.0001
Tratamientos	2572.55	3	857.52	49.07	<0.0001
Repetición	20.70	4	5.18	0.30	0.8749
Error	209.70	12	17.48		
Total	2802.95	19			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=7.84936**

Error: 17.4750 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1 Bioestimulante + NPK (5..	126.40	5	1.87	A
T4 (Testigo convencional N..	134.20	5	1.87	A
T2 Bioestimulante + NPK (7..	144.60	5	1.87	B
T3 Bioestimulante + NPK (1..	156.60	5	1.87	C

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

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=9.42181**

Error: 17.4750 gl: 12

Repetición	Medias	n	E.E.	
1	138.75	4	2.09	A
3	140.00	4	2.09	A
5	140.75	4	2.09	A
4	141.00	4	2.09	A
2	141.75	4	2.09	A

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	0.99	0.99	1.78

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	328.85	7	46.98	197.86	<0.0001
Tratamientos	326.76	3	108.92	458.73	<0.0001
Repetición	2.09	4	0.52	2.20	0.1306
Error	2.85	12	0.24		
Total	331.70	19			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.91496**

Error: 0.2374 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1 Bioestimulante + NPK (5..	21.29	5	0.22	A
T4 (Testigo convencional N..	26.87	5	0.22	B
T2 Bioestimulante + NPK (7..	28.86	5	0.22	C
T3 Bioestimulante + NPK (1..	32.46	5	0.22	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.09825**

Error: 0.2374 gl: 12

Repetición	Medias	n	E.E.	
5	26.94	4	0.24	A
4	27.08	4	0.24	A
1	27.49	4	0.24	A
2	27.50	4	0.24	A
3	27.84	4	0.24	A

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	0.97	0.96	4.46

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9368444.65	7	1338349.24	58.78	<0.0001
Tratamientos	9356640.95	3	3118880.32	136.98	<0.0001
Repetición	11803.70	4	2950.92	0.13	0.9687
Error	273224.30	12	22768.69		
Total	9641668.95	19			

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=283.33144***Error: 22768.6917 gl: 12*

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1 Bioestimulante + NPK (5..	2316.40	5	67.48	A
T4 (Testigo convencional N..	3370.20	5	67.48	B
T2 Bioestimulante + NPK (7..	3668.80	5	67.48	C
T3 Bioestimulante + NPK (1..	4190.40	5	67.48	D

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=340.09089***Error: 22768.6917 gl: 12*

Repetición	Medias	n	E.E.
1	3361.00	4	75.45 A
2	3376.50	4	75.45 A
5	3380.25	4	75.45 A
3	3381.75	4	75.45 A
4	3432.75	4	75.45 A

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