



**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
INGENIERA AGRÓNOMA**

**EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACIÓN
FOLIAR NPK CON MICRONUTRIENTES COMO
COMPLEMENTO NUTRICIONAL EN EL CULTIVO DE ARROZ
(*Oryza sativa* L.)**

AUTOR

CANDELARIO FIGUEROA NOELIA VALENTINA

TUTOR

ING. MARTÍNEZ ALCÍVAR FERNANDO, M.Sc.

MILAGRO, ECUADOR

2025



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

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, ING. MARTÍNEZ ALCÍVAR FERNANDO, M.Sc., docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACIÓN FOLIAR NPK CON MICRONUTRIENTES COMO COMPLEMENTO NUTRICIONAL EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.), realizado por la estudiante CANDELARIO FIGUEROA NOELIA VALENTINA; con cédula de identidad N° 0959146259 de la carrera AGRONOMÍA Ciudad Universitaria Dr. Jacobo Bucaram Ortiz - Milagro, 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. MARTÍNEZ ALCÍVAR FERNANDO, M.Sc.

Milagro, 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: EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACIÓN FOLIAR NPK CON MICRONUTRIENTES COMO COMPLEMENTO NUTRICIONAL EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.), realizado por la estudiante CANDELARIO FIGUEROA NOELIA VALENTINA, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

ING. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, M.Sc.

PRESIDENTE

ING. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. MARTÍNEZ ALCÍVAR FERNANDO, M.Sc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Milagro, 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, CANDELARIO FIGUEROA NOELIA VALENTINA, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACIÓN FOLIAR NPK CON MICRONUTRIENTES COMO COMPLEMENTO NUTRICIONAL EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.), 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.

Milagro, 14 de febrero del 2025

CANDELARIO FIGUEROA NOELIA VALENTINA

C.I. 0959146259

RESUMEN

El presente trabajo estuvo enfocado en evaluar la aplicación de diferentes niveles de fertilización foliar NPK con micronutrientes como complemento nutricional en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Se utilizó una distribución completamente al azar, compuesto de 4 tratamientos bajo 5 repeticiones, obteniéndose un total de 20 unidades experimentales, mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia. Se analizaron variables agronómicas y productivas, en las que se encontró significancia estadística obteniendo el mejor resultado en el tratamiento T3 (NPK Micronutrientes al 50% + Sulfato de calcio). Se determinó que el tratamiento sobresaliente en rendimiento fue T3 (NPK Micronutrientes al 50% + Sulfato de calcio), con un valor de 5600.95 kg/ha; seguido del T2 (NPK Micronutrientes al 100%), con 5100.65 kg/ha. El tratamiento con los promedios más bajo fue: T4 (Testigo Convencional NPK) con un valor de 4500.21kg/ha. El análisis económico determinó que el mejor tratamiento fue el T3 (NPK Micronutrientes al 50% + Sulfato de calcio), con un beneficio/costo de 1.68 ya que por cada dólar invertido obtuvo 0.68 dólares; seguido por T2 (NPK Micronutrientes al 100%), por cada dólar invertido se generó ganancia de 0.54 dólares y por último el T4 (Testigo Convencional NPK) con un valor de 1.33 con un retorno de 0,33 dólares, siendo el de menor promedio entre tratamientos. Al final de esta investigación se concluyó que el uso de NPK Micronutrientes al 50% + Sulfato de calcio incrementó el rendimiento en el cultivo de arroz, por lo que se recomienda su uso.

Palabras clave: Arroz, fertilizante, foliar, macollo, microorganismos.

ABSTRACT

The present work was focused on evaluating the application of different levels of NPK foliar fertilization with micronutrients as a nutritional supplement in rice cultivation (*Oryza sativa* L.). A completely random distribution was used, composed of 4 treatments under 5 repetitions, obtaining a total of 20 experimental units, using the Tukey test at 5% significance. Agronomic and productive variables were analyzed, in which statistical significance was found, obtaining the best result in treatment T3 (NPK Micronutrients at 50% + Calcium sulfate). It was determined that the outstanding treatment in yield was T3 (NPK Micronutrients at 50% + Calcium sulfate), with a value of 5600.95 kg/ha; followed by T2 (NPK Micronutrients at 100%), with 5100.65 kg/ha. The treatment with the lowest averages was: T4 (Conventional NPK Control) with a value of 4500.21 kg/ha. In the economic analysis it was determined that the best treatment was T3 (NPK Micronutrients at 50% + Calcium Sulfate), with a benefit/cost of 1.68 since for each dollar invested it obtained 0.68 dollars; followed by T2 (NPK Micronutrients at 100%), for each dollar invested a profit of 0.54 dollars was generated and finally T4 (Conventional NPK Control) with a value of 1.33 with a return of 0.33 dollars, being the lowest average between treatments. At the end of this research, it was concluded that the use of NPK Micronutrients at 50% + Calcium Sulfate did increase the yield in rice crops, so its use was recommended for this crop.

Keywords: *Rice, fertilizer, foliar, microorganisms, tiller.*

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 Antecedentes del problema.....	12
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	12
1.3 Justificación de la investigación.....	13
1.4 Delimitación de la investigación.....	13
1.5 Objetivo general.....	13
1.6 Objetivos específicos	13
1.7 Hipótesis o idea a defender.....	14
2. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1 Estado del arte.....	15
2.2 Bases científicas y teóricas de la temática.....	17
2.3 Marco legal.....	22
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1 Enfoque de la investigación.....	24
3.2 Metodología.....	25
4. RESULTADOS.....	30
5. DISCUSIÓN.....	34
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	36
BIBLIOGRAFÍA	38
ANEXOS.....	44
APÉNDICES.....	45

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Tabla 1. Operacionalización de las variables	15
Anexo N° 2: Tabla 2. Tratamientos	15
Anexo N° 3: Tabla 3. Diseño del análisis de la varianza.....	16
Anexo N° 4: Tabla 4. Descripción de las parcelas experimentales	16
Anexo N° 5: Tabla 5. Presupuesto del estudio.....	18
Anexo N° 6: Tabla 6. Altura de planta 8 días.....	35
Anexo N° 7: Tabla 7. Altura de planta 15 días.....	36
Anexo N° 8: Tabla 8. Altura de planta 25 días.....	37
Anexo N° 9: Tabla 9. Número de espiga por planta.....	38
Anexo N° 10: Tabla 10. Número de granos por espiga.....	38
Anexo N° 11: Tabla 11. Peso de 1000 granos.....	38
Anexo N° 12: Tabla 12. Rendimiento kg/ha.....	39
Anexo N° 13: Tabla 13. Análisis económico.....	39
Anexo N° 14: Figura 1. Croquis del estudio.....	45
Anexo N° 15: Figura 2. Vista satelital zona de estudio	45
Anexo N° 16: Figura 3. Ficha técnica de Glugel	46
Anexo N° 17: Figura 4. Ficha técnica de Nitrofoska	47
Anexo N° 18: Figura 5. Delimitación de parcelas	48
Anexo N° 19: Figura 6. Medición de parcelas experimentales.....	48
Anexo N° 20: Figura 7. Recolección de plántulas.....	49
Anexo N° 21: Figura 8. Trasplante de plántulas	49
Anexo N° 22: Figura 9. Colocación de carteles	50
Anexo N° 23: Figura 10. Delimitación de tratamientos	50
Anexo N° 24: Figura 11. Preparación de bomba de mochila	51
Anexo N° 25: Figura 12. Aplicación del producto en estudio	51
Anexo N° 26: Figura 13. Medición del crecimiento del cultivo	52
Anexo N° 27: Figura 14. Recolección de datos	52
Anexo N° 28: Figura 15. Preparación del producto en estudio	53
Anexo N° 29: Figura 16. Segunda aplicación del producto en estudio	53
Anexo N° 29: Figura 17. Medición de altura de plantas.....	54
Anexo N° 29: Figura 18. Visita del docente guía a la zona de estudio.....	54

Anexo N° 29: Figura 19. Recolección de espigas.....	55
Anexo N° 29: Figura 20. Recolección de variable espiga por planta	55
Anexo N° 29: Figura 21. Conteo de granos por espiga	56
Anexo N° 29: Figura 22. Granos por espiga por tratamientos	56
Anexo N° 29: Figura 23. Visita del docente guía en cosecha	57
Anexo N° 29: Figura 24. Peso de 10000 granos de arroz	57

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndices N° 1: Tabla 14. Á nalisis de varianza altura de planta 8 dÍas	58
Apéndices N° 2: Tabla 15. Á nalisis de varianza altura de planta 15 dÍas	59
Apéndices N° 3: Tabla 16. Á nalisis de varianza altura de planta 25 dÍas	60
Apéndices N° 4: Tabla 17. Á nalisis de varianza espiga por planta	61
Apéndices N° 5: Tabla 18. Á nalisis de varianza granos por espiga	62
Apéndices N° 6: Tabla 19. Á nalisis de varianza peso de 1000 semillas	63
Apéndices N° 7: Tabla 20. Á nalisis de varianza rendimiento	64

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 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).

“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, p.21).

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 rendimiento en la producción de arroz representa un indicador de competencia en la productividad agrícola. Para lograr altos rendimientos es necesario un manejo adecuado del cultivo, el cual se ve afectado principalmente por la disponibilidad de nutrientes en el suelo.

1.2.2 Formulación del problema

¿Qué tratamiento a base de NPK con micronutrientes tuvo mayor eficacia en la producción del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)?

1.3 Justificación de la investigación

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

En la actualidad, los suelos arroceros están amenazado por el cambio climático, dada la ocurrencia de eventos climáticos y el uso inadecuado de prácticas agrícolas, que afectan severamente las propiedades físicas, químicas y biológicas, que reducen su fertilidad y potencial productivo. Por lo cual, la aplicación de fertilizantes foliares con micronutrientes ayuda a la captación de nutrientes esenciales para el desarrollo productivo del cultivo.

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 efecto de diferentes niveles de fertilización foliar NPK con micronutrientes como complemento nutricional en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

1.6 Objetivos específicos

- Determinar las características agronómicas del cultivo según las variables de crecimiento.
- 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 micronutrientes más NPK como complemento nutricional tuvo algún efecto favorable en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

Sabando (2021) en su trabajo determinó el efecto en el rendimiento de dos variedades de arroz (*Oryza sativa*) mediante el uso un fertilizante foliar. El cual presentó las mejores características agronómicas 301 panículas por metro cuadrado, mejor longitud de panículas con 26 cm, mayor número de granos con un promedio de 172 granos por panículas, obtuvo un mayor % de granos fértiles, un mayor peso en gramos y presentó un mejor rendimiento por hectárea, con una media de 6513.41 kg/ha.

El estudio evaluó el impacto de la aplicación de nutrientes específicos en el cultivo de arroz utilizando las variedades S-FL-09, India e Iniap 15, con distintos niveles de fertilización química. Se empleó un diseño experimental de parcelas divididas con cuatro réplicas y se analizaron variables como macollos, panículas, altura, longitud de la panícula, granos por panícula, peso de 1000 granos y rendimiento de grano. La variedad S-FL-09 destacó por su desempeño superior frente a Iniap 15 en todas las variables evaluadas. El nivel de fertilización 200-60-90-44-36 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O-S-MgO generó los mejores resultados, alcanzando un rendimiento máximo de 7,095 toneladas/ha, un 83,28% más que el programa nutricional convencional. Además, S-FL-09 superó en un 12,27% el rendimiento de grano de la Iniap 15, mostrando diferencias estadísticamente significativas (Díaz, *et al.*, 2022).

Rodríguez (2024) en su estudio se analizó la movilidad de macronutrientes en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) durante distintas etapas fenológicas. Este trabajo se centró en la absorción de nutrientes como un medio para optimizar la fertilización, en respuesta a los crecientes costos de fertilizantes y la disminución de nutrientes disponibles en los suelos agrícolas. Se seleccionó un área de 667 m² para el cultivo de la variedad Feron de arroz, con una distancia de plantación de 0.25 x 0.25 m, distribuidos en 20 parcelas experimentales. Las muestras de tejido vegetal se recolectaron a los 20, 60 y 120 días para evaluar los niveles de nutrientes absorbidos. Los resultados revelaron que la fertilización con una combinación de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) incrementó significativamente la altura de las plantas en comparación con el grupo control. Sin embargo, no se observaron

diferencias significativas en otros parámetros, como el número de macollos y el peso de 1000 semillas. Estos hallazgos sugieren que, aunque la fertilización es esencial para el crecimiento en altura del arroz, su influencia en otros aspectos del rendimiento del cultivo podría ser menos notable.

En Ecuador, el arroz es un producto esencial en la alimentación. Este estudio se enfocó en evaluar la respuesta productiva del arroz INIAP 11 (*Oryza sativa* L.). Se analizaron diferentes niveles de fertilización química y orgánica para determinar el comportamiento agronómico y económico del cultivo, identificando el mejor tratamiento según la producción obtenida y la relación beneficio/costo. La investigación, evaluó cuatro tratamientos: T1 (NPK + Brasinoesteroides), T2 (NPK + Sulfato de amonio), T3 (NPK + Microorganismos) y T4 (NPK como control), aplicados mediante un diseño experimental ($p > 0.05$). T1 presentó el mejor desempeño agronómico, con 108 cm de altura, 37 macollos/m², 38 espigas/planta y 29.4 gramos en el peso de mil granos. En términos de producción y rentabilidad, T1, T3 y T2 sobresalieron, mientras que T4 alcanzó 8.5 toneladas/ha y un beneficio/costo de 1.13 por dólar invertido (Decker, 2022).

Mera et al., (2021) analizaron el efecto de diferentes niveles de fertilización del suelo y foliar sobre la incidencia de plaga, identificando los nutrientes más influyentes y los niveles poblacionales del barrenador bajo distintos tratamientos. Se evaluaron parámetros como el número de macollos/m², macollos afectados, porcentaje de daño y productividad por hectárea en campo. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con arreglo factorial, utilizando la variedad INIAP-16. Los tratamientos incluyeron aplicaciones de fertilizantes a los 15, 30 y 45 días después de la siembra. El mejor resultado lo obtuvo la combinación de NPK-Mg-S (120-20-70-20-30 kg/ha) con Fertiestim (0,75 l/ha), alcanzando el menor porcentaje de daño (5,7%), el menor número de macollos afectados (1 insecto por cada 5 macollos) y el mayor rendimiento (6264,6 kg/ha). En contraste, el control convencional, con dosis de 69-0-60 kg/ha y Fertiestim (0,50-0,75 l/ha), presentó un mayor porcentaje de daño.

Según Lozano (2019) las cantidades promedio requeridas y absorbidas por las plantas, los nutrientes son divididos en macronutrientes y micronutrientes en el caso del arroz tenemos: Macronutrientes: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S) y Silicio (Si). Micronutrientes: Boro (B), Cloro

(Cl), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Molibdeno (Mo), Níquel (Ni) y Zinc (Zn).

Varios estudios realizados demuestran que el mayor rendimiento de grano se logró aplicando 200–100–200 Kg/ha N, P₂O₅, K₂O, alcanzando obtener 8.69 Ton/ha-1 . Así mismo, en otra investigación se le añadió un programa de fertirriego, que beneficio aumentar el rendimiento de grano 9.129 Ton/ ha-1 (Parrales et al., 2020).

Teodoro (2020) menciona en su estudio que la aplicación de NPK incrementó 700 kilos de arroz en cáscara por hectárea a dosis de 75 kg/ha, representando una ganancia del 5.58% respecto al testigo. Además, los mejores rendimientos se obtuvieron con la dosis de 75 kg/ha, logrando rendimientos de 13446.67 kilos de arroz en cáscara por hectárea. La variable que más influyó en el rendimiento de grano fue: número de granos por planta. Asimismo, las mejores variables que explican el trabajo son granos llenos por panoja y panojas por metro cuadrado.

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, p. 2).

“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, p. 3).

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, p. 13).
- **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, p. 4).
- **Hojas:** “Son alternas y están dispuestas a lo largo del tallo. Está constituida por vaina, zona de unión y lámina” (Alfonso, 2014, p. 45).
- **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, p. 22).
- **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, p. 7).
- **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, p. 32).
- **Grano:** “El fruto del arroz es una cariósida 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, p. 10).

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, p. 6).

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, oxígeno, nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, boro, zinc, cobre, molibdeno y cloro. (Servicio Agrícola y Ganadero [SAG], 2015, p. 8)

2.2.8.1 Micronutrientes

Los micronutrientes forman parte de los nutrientes esenciales, los cuales son requeridos en cantidades muy pequeñas como parte de diversos sistemas enzimáticos de las plantas. Los micronutrientes esenciales para las plantas son boro (B), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y zinc (Zn). El inadecuado suministro de micronutrientes en el suelo, puede limitar el crecimiento y rendimiento de cultivos. (Vistoso, 2020, p. 2)

Todos los micronutrientes se encuentran en el suelo, sin embargo, su disponibilidad para las plantas varía según su material parental, edad, textura, humedad y contenido de materia orgánica del suelo. En general, en suelos de pH ácido estarán más disponibles, mientras que en suelos de pH alcalino están menos disponibles para las plantas (Undurraga, 2021).

2.2.8.2 Fertilizante NPK

El abono o fertilizante NPK como su propio nombre indica es un abono o fertilizante que está formado por los tres elementos o, mejor dicho, macroelementos primarios. Es decir, un abono NPK es un fertilizante rico en los macroelementos nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Dentro de todo el abanico de fertilizantes que hay disponibles, podemos decir que los fertilizantes NPK son los más completos nutricionalmente hablando, ya que se aporta al cultivo o planta en el mismo momento de aplicación los tres principales macronutrientes indispensables. (Tarazona, 2019, p. 5)

Un fertilizante NPK también puede ser sólido o líquido. En función del método empleado para aportarlo al suelo o a la planta gracias a las nuevas tecnologías es posible fabricarlo sólidos, generalmente para cultivo extensivos; sólidos solubles para aplicarlos vía fertirrigación a cultivos leñosos y hortícolas, o fabricarlos líquidos los cuales se pueden emplear en cualquier cultivo (Sembralia, 2023).

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, 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. 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 diferentes niveles de fertilización foliar NPK con micronutrientes como complemento nutricional en el 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, lo cual tuvo como resultado obtener de forma segura la relación causa efecto.

3.1.1.1. Investigación experimental

Se analizaron las aplicaciones de diferentes niveles de fertilización foliar NPK con micronutrientes como complemento nutricional en el 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 visualizó 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 fue DBCA constituido por cuatro tratamientos de diferentes dosis de fertilizantes con cinco repeticiones obteniendo 20 parcelas experimentales.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

Fertilizantes, cultivo de arroz.

3.2.1.2. Variables dependientes

- **Altura de planta (cm):** este dato se evaluó a los 8, 15, y a los 25 días escogiendo 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 1m² 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 8,15 y 25 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: La Autora, 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.	Descripción	Dosis (ha)	Dosis (parcela) 25m ²	Frecuencia de aplicación
1	NPK Micronutrientes al 50%	0.5 L	1.25 ml	8- 15 – 25 Días
2	NPK Micronutrientes al 100%	1 L	2.5 ml	8- 15 – 25 Días
3	NPK Micronutrientes al 50% + Sulfato de calcio	0.5 L + 150 kg	1.25 ml + 375 g	8- 15 – 25 Días
4	Testigo Convencional NPK	150 kg	375 g	8- 15 – 25 Días

Elaborado por: La Autora, 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: La Autora, 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, 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
NPK	1 (50Kg)	50
Sulfato de calcio	1 (50kg)	8
Glugel	1 litro	23
TOTAL		

Elaborado por: La Autora, 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 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 alcanzaron una altura aproximada de 25 cm se procedió con el control de malezas de forma manual.
- **Fertilización:** Se aplicó según cada tratamiento 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 obtuvo 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
No. de tratamiento	4
No. de repeticiones	5
No. de parcelas	20
Distancia entre repeticiones y parcelas	1 m
Área total de parcelas	25 m ²
Ancho de parcela	5 m
Longitud de parcela	5 m
Área total del ensayo	500 m ²

Elaborado por: La Autora, 2025

3.2.7 Análisis estadístico

3.2.7.1. Análisis funcional

El método para la comparación de los tratamientos fue 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 tratamiento tuvo respuestas favorables en la productividad del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

Ho: Ningún tratamiento tuvo respuestas favorables en la productividad del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

4. RESULTADOS

4.1 Determinación de las características agronómicas del cultivo según las variables de crecimiento.

4.1.1 Altura de planta a los 8 días

En la tabla 6 se muestran las medias obtenidas al analizar la altura de la planta del cultivo de arroz a los 8 días; de acuerdo al análisis de varianza y con un coeficiente de variación de 6.90 %; se determinó un p-valor entre tratamientos de: $<0.0001 < 0.05$ de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; El tratamiento sobresaliente fue T3 (NPK Micronutrientes al 50% + Sulfato de calcio), con un valor de 9.40 cm; seguido del T2 (NPK Micronutrientes al 100%), con 7.80 cm. El tratamiento con los promedios más bajo fue: T4 (Testigo Convencional NPK) con un valor de 5.20 cm.

Tabla 6.
Altura de planta 8 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta 8 días	20	0.94	0.91	6.90

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	48.75	7	6.96	27.86	<0.0001
Tratamientos	47.75	3	15.92	63.67	<0.0001
Repeticiones	1.00	4	0.25	1.00	0.4449
Error	3.00	12	0.25		
Total	51.75	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.93885

Error: 0.2500 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4 (Testigo Convencional N..)	5.20	5	0.22	A
T1 (NPK Micronutrientes al..)	6.60	5	0.22	B
T2 (NPK Micronutrientes al..)	7.80	5	0.22	C
T3 (NPK Micronutrientes al..)	9.40	5	0.22	D

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

Elaborado por: La Autora, 2025

4.1.2 Altura de planta a los 15 días

En la tabla 7 se muestran las medias obtenidas al analizar la altura de la planta del cultivo de arroz a los 15 días; de acuerdo al análisis de varianza y con un coeficiente de variación de 4.44 %; se determinó un p-valor entre tratamientos de: $<0.0001 < 0.05$ de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; El tratamiento sobresaliente fue T3 (NPK Micronutrientes al 50% + Sulfato de calcio), con un valor de 14.60 cm; seguido del T2 (NPK Micronutrientes al 100%), con 12.60 cm. El tratamiento con los promedios más bajo fue: T4 (Testigo Convencional NPK) con un valor de 9.60 cm.

Tabla 7.

Altura de planta 15 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta 15 días	20	0.95	0.93	4.44

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	68.60	7	9.80	34.59	<0.0001
Tratamientos	67.60	3	22.53	79.53	<0.0001
Repeticiones	1.00	4	0.25	0.88	0.5032
Error	3.40	12	0.28		
Total	72.00	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.99948

Error: 0.2833 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4 (Testigo Convencional N..)	9.60	5	0.24	A
T1 (NPK Micronutrientes al..)	11.20	5	0.24	B
T2 (NPK Micronutrientes al..)	12.60	5	0.24	C
T3 (NPK Micronutrientes al..)	14.60	5	0.24	D

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

Elaborado por: La Autora, 2025

4.1.3 Altura de planta a los 25 días

En la tabla 8 se muestran las medias obtenidas al analizar la altura de la planta del cultivo de arroz a los 25 días; de acuerdo al análisis de varianza y con un coeficiente de variación de 2.48 %; se determinó un p-valor entre tratamientos de: $<0.0001 < 0.05$ de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; El tratamiento sobresaliente fue T3 (NPK Micronutrientes al 50% + Sulfato de calcio), con un valor de 39.20 cm; seguido del T2 (NPK Micronutrientes al 100%), con 35.00 cm. El tratamiento con los promedios más bajo fue: T4 (Testigo Convencional NPK) con un valor de 25.60 cm.

Tabla 8.

Altura de planta 25 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta 25 días	20	0.98	0.97	2.48

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	495.80	7	70.83	106.24	<0.0001
Tratamientos	493.00	3	164.33	246.50	<0.0001
Repeticiones	2.80	4	0.70	1.05	0.4222
Error	8.00	12	0.67		
Total	503.80	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.53313

Error: 0.6667 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4 (Testigo Convencional N..	25.60	5	0.37	A
T1 (NPK Micronutrientes al..	31.80	5	0.37	B
T2 (NPK Micronutrientes al..	35.00	5	0.37	C
T3 (NPK Micronutrientes al..	39.20	5	0.37	D

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

Elaborado por: La Autora, 2025

4.1.4 Número de espiga por planta

En la tabla 9 se muestran las medias obtenidas al analizar el número de espiga por planta; de acuerdo al análisis de varianza y con un coeficiente de variación de 3.93 %; se determinó un p-valor entre tratamientos de: $<0.0001 < 0.05$ de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; El tratamiento sobresaliente fue T3 (NPK Micronutrientes al 50% + Sulfato de calcio), con un valor de 19.40 %; seguido del T2 (NPK Micronutrientes al 100%), con 15.80 %. El tratamiento con los promedios más bajo fue: T4 (Testigo Convencional NPK) con un valor de 10.40 %.

Tabla 9.

Número de espiga por planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de espiga por plant..	20	0.98	0.97	3.93

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	237.10	7	33.87	104.22	<0.0001
Tratamientos	234.60	3	78.20	240.62	<0.0001
Repeticiones	2.50	4	0.63	1.92	0.1712
Error	3.90	12	0.33		
Total	241.00	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.07045

Error: 0.3250 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4 (Testigo Convencional N..)	10.40	5	0.25	A
T1 (NPK Micronutrientes al..)	12.40	5	0.25	B
T2 (NPK Micronutrientes al..)	15.80	5	0.25	C
T3 (NPK Micronutrientes al..)	19.40	5	0.25	D

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

Elaborado por: La Autora, 2025

4.1.5 Número de granos por espiga

En la tabla 10 se muestran las medias obtenidas al analizar el número de granos por espiga; de acuerdo al análisis de varianza y con un coeficiente de variación de 2.20 %; se determinó un p-valor entre tratamientos de: $<0.0001 < 0.05$ de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; El tratamiento sobresaliente fue T3 (NPK Micronutrientes al 50% + Sulfato de calcio), con un valor de 130.00 %; seguido del T2 (NPK Micronutrientes al 100%), con 126.40 %. El tratamiento con los promedios más bajo fue: T4 (Testigo Convencional NPK) con un valor de 108.00 %.

Tabla 10.

Número de granos por espiga

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de granos por espig..	20	0.95	0.91	2.20

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1458.60	7	208.37	29.63	<0.0001
Tratamientos	1448.60	3	482.87	68.65	<0.0001
Repeticiones	10.00	4	2.50	0.36	0.8354
Error	84.40	12	7.03		
Total	1543.00	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.97974

Error: 7.0333 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4 (Testigo Convencional N..	108.00	5	1.19	A
T1 (NPK Micronutrientes al..	117.60	5	1.19	B
T2 (NPK Micronutrientes al..	126.40	5	1.19	C
T3 (NPK Micronutrientes al..	130.00	5	1.19	C

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

Elaborado por: La Autora, 2025

4.1.6 Peso de 1000 granos

En la tabla 11 se muestran las medias obtenidas al analizar el peso de 1000 granos de arroz; de acuerdo al análisis de varianza y con un coeficiente de variación de 2.42 %; se determinó un p-valor entre tratamientos de: $<0.0001 < 0.05$ de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; El tratamiento sobresaliente fue T3 (NPK Micronutrientes al 50% + Sulfato de calcio), con un valor de 24.94 g; seguido del T2 (NPK Micronutrientes al 100%), con 22.90 g. El tratamiento con los promedios más bajo fue: T4 (Testigo Convencional NPK) con un valor de 18.45 g.

Tabla 11.

Peso de 1000 granos (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de 1000 granos (g)	20	0.97	0.96	2.42

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	118.07	7	16.87	60.73	<0.0001
Tratamientos	116.27	3	38.76	139.54	<0.0001
Repeticiones	1.80	4	0.45	1.62	0.2329
Error	3.33	12	0.28		
Total	121.40	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.98958

Error: 0.2777 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4 (Testigo Convencional N..)	18.45	5	0.24	A
T1 (NPK Micronutrientes al..)	20.80	5	0.24	B
T2 (NPK Micronutrientes al..)	22.90	5	0.24	C
T3 (NPK Micronutrientes al..)	24.94	5	0.24	D

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

Elaborado por: La Autora, 2025

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

4.2.1 Rendimiento (kg/ha)

En la tabla 12 se muestran las medias obtenidas al analizar el rendimiento del cultivo de arroz; de acuerdo al análisis de varianza y con un coeficiente de variación de 3.96 %; se determinó un p-valor entre tratamientos de: $<0.0001 < 0.05$ de probabilidad; por lo que se rechaza la hipótesis nula, por lo que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; El tratamiento sobresaliente fue T3 (NPK Micronutrientes al 50% + Sulfato de calcio), con un valor de 5600.95 kg/ha; seguido del T2 (NPK Micronutrientes al 100%), con 5100.65 kg/ha. El tratamiento con los promedios más bajo fue: T4 (Testigo Convencional NPK) con un valor de 4500.21kg/ha

Tabla 12.

Rendimiento (kg/ha)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento (kg/ha)	20	0.98	0.98	3.96

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11906223.70	7	1700889.10	107.63	<0.0001
Tratamientos	11819940.29	3	3939980.10	249.32	<0.0001
Repeticiones	86283.41	4	21570.85	1.36	0.3032
Error	189635.31	12	15802.94		
Total	12095859.01	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=236.04495

Error: 15802.9428 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4 (Testigo Convencional N..)	4500.21	5	56.22	A
T1 (NPK Micronutrientes al..)	4900.47	5	56.22	B
T2 (NPK Micronutrientes al..)	5100.65	5	56.22	C
T3 (NPK Micronutrientes al..)	5600.95	5	56.22	D

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

Elaborado por: La Autora, 2025

4.3 Realización de un análisis económico de los tratamientos en estudio.

4.3.1 Análisis económico (b/c)

El análisis económico se efectuó en la tabla 13; para comprobar el precio comercial, se consiguió información oficial de “Unidad de Almacenamiento Nacional” En Ecuador, el precio mínimo de sustentación para una saca de 205 libras (93,18 kg) de arroz cáscara se ha establecido para el año 2025 de la siguiente manera:

- **Arroz de grano largo** (longitud mayor a 7 mm): \$36 por saca.
- **Arroz de grano corto** (longitud menor a 7 mm): \$34 por saca.

Estos precios fueron determinados en el Consejo Consultivo del Arroz, realizado en diciembre de 2024, con la participación de representantes de productores e industriales del sector.

Mediante una conversión, se obtuvo un peso de 0.37 dólares cada kilogramo de arroz. Los costos de producción con base de \$1200 según cada tratamiento se le sumó el valor del producto empleado. Junto con 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 (NPK Micronutrientes al 50% + Sulfato de calcio), con un beneficio/costo de 1.68 ya que por cada dólar invertido obtuvo 0.68 dólares de ganancia; seguido por T2 (NPK Micronutrientes al 100%), por cada dólar invertido se generó ganancia de 0.54 dólares; seguido por T1 (NPK Micronutrientes al 50%), por cada dólar invertido se generó ganancia de 0.50 dólares; y por último el T4 (Testigo Convencional NPK) con un valor de 1.33 con un retorno de 0.33 dólares, siendo el de menor promedio entre tratamientos.

Tabla 13.

Análisis económico del cultivo de arroz

TRAT.	REND kg/ha	PREC COME (\$/Kg)	BIEN/ BRUTO \$	COSTO DE PROD \$	BIEN/ NETO \$	RELACIÓN B/C
T1	4900.47	0.37	1813.17	1212	601.17	1.50
T2	5100.65	0.37	1887.24	1223	664.24	1.54
T3	5600.95	0.37	2072.35	1231	841.35	1.68
T4	4500.21	0.37	1665.08	1250	415.08	1.33

Elaborado por: La Autora, 2025

DISCUSIÓN

El presente trabajo estuvo enfocado en evaluar la aplicación de diferentes niveles de fertilización foliar NPK con micronutrientes como complemento nutricional en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Los resultados obtenidos en la investigación nos indica que se obtuvieron mejores resultados en lo que respecta a comportamiento agronómico del cultivo de arroz en cuanto a la altura de la planta a los 8 días, altura de la planta a los 15 días, altura de la planta a los 25 días, número de espigas por planta, número de granos por espiga, peso de 1000 granos donde el mejor resultado lo obtuvo el T3 (NPK Micronutrientes al 50% + Sulfato de calcio); por lo que concuerdo con Díaz, *et al.*, (2022), en su estudio se evaluó el impacto de la aplicación de nutrientes específicos en el cultivo de arroz utilizando las variedades S-FL-09, India e Iniap 15, con distintos niveles de fertilización química. El nivel de fertilización 200-60-90-44-36 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O-S-MgO generó los mejores resultados, alcanzando un rendimiento máximo de 7,095 toneladas/ha, un 83,28% más que el programa nutricional convencional. Además, S-FL-09 superó en un 12,27% el rendimiento de grano de la Iniap 15, mostrando diferencias estadísticamente significativas. En acuerdo con Rodríguez (2024), en su estudio se analizó la movilidad de macronutrientes en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) durante distintas etapas fenológicas. Los resultados revelaron que la fertilización con una combinación de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) incrementó significativamente la altura de las plantas en comparación con el grupo control. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en otros parámetros, como el número de macollos y el peso de 1000 semillas. Estos hallazgos sugieren que, aunque la fertilización es esencial para el crecimiento en altura del arroz, su influencia en otros aspectos del rendimiento del cultivo podría ser menos notable.

Los resultados obtenidos en la investigación nos indica que se obtuvieron mejores resultados en lo que respecta a rendimiento del cultivo al T3 (NPK Micronutrientes al 50% + Sulfato de calcio), con un valor de 5600.95 kg/ha. De acuerdo con Sabando (2021), menciona en su trabajo determinó el efecto en el rendimiento de dos variedades de arroz (*Oryza sativa*) mediante el uso de fertilizante más microorganismos. El cual presentó las mejores características agronómicas 301 panículas por metro cuadrado, mejor longitud de panículas con 26 cm, mayor número de granos con un promedio de 172 granos por panículas,

obtuvo un mayor % de granos fértiles, un mayor peso en gramos y presentó un mejor rendimiento por hectárea, con una media de 6513.41 kg/ha. Así mismo Parrales *et al.*, (2020) menciona que varios estudios realizados demuestran que el mayor rendimiento de grano se logró aplicando 200–100–200 Kg/ha N, P₂O₅, K₂O, alcanzando obtener 8.69 Ton/ha-1 . Así mismo, en otra investigación se le añadió un programa de fertirriego, que beneficio aumentar el rendimiento de grano 9.129 Ton/ ha-1.

Así, mismo se realizó un análisis económico con la relación beneficio/costo en la que se determinó que el tratamiento que predominó en el estudio fue el T3 (NPK Micronutrientes al 50% + Sulfato de calcio), con un beneficio/costo de 1.68 ya que por cada dólar invertido obtuvo 0.68 dólares de ganancia; por lo que acorde con Decker (2022) quien menciona que, en Ecuador el arroz es un producto esencial en la alimentación. Este estudio se enfocó en evaluar la respuesta productiva del arroz INIAP 11 (*Oryza sativa* L.). Se analizaron diferentes niveles de fertilización química y orgánica para determinar el comportamiento agronómico y económico del cultivo, identificando el mejor tratamiento según la producción obtenida y la relación beneficio/costo. La investigación, evaluó cuatro tratamientos: T1 (NPK + Brasinoesteroides), T2 (NPK + Sulfato de amonio), T3 (NPK + Microorganismos) y T4 (NPK como control), aplicados mediante un diseño experimental ($p > 0.05$). T1 presentó el mejor desempeño agronómico, con 108 cm de altura, 37 macollos/m², 38 espigas/planta y 29.4 gramos en el peso de mil granos. En términos de producción y rentabilidad, T1, T3 y T2 sobresalieron, mientras que T4 alcanzó 8.5 toneladas/ha y un beneficio/costo de 1.13 por dólar invertido. Así mismo Teodoro (2020) menciona en su estudio que la aplicación de NPK incrementó 700 kilos de arroz en cáscara por hectárea a dosis de 75 kg/ha, representando una ganancia del 5.58% respecto al testigo. Además, los mejores rendimientos se obtuvieron con la dosis de 75 kg/ha, logrando rendimientos de 13446.67 kilos de arroz en cáscara por hectárea. La variable que más influyó en el rendimiento de grano fue: número de granos por planta. Asimismo, las mejores variables que explican el trabajo son granos llenos por panoja y panojas por metro cuadrado. Por lo tanto, se acepta la hipótesis del estudio, indicando que algún tratamiento tuvo efecto en el rendimiento del cultivo de arroz, siendo el tratamiento destacado el T3 (NPK Micronutrientes al 50% + Sulfato de calcio).

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Una vez analizados los datos de esta investigación, se puede concluir:

En cuanto a variables agronómicas y productivas se obtuvieron mejores promedios en: T3 (NPK Micronutrientes al 50% + Sulfato de calcio); seguido del T2 (NPK Micronutrientes al 100%). Los de menores promedios fueron los tratamientos: T1 (NPK Micronutrientes al 50%) y (Testigo Convencional NPK)

Se determinó que los tratamientos sobresalientes en rendimiento fueron: T3 (NPK Micronutrientes al 50% + Sulfato de calcio), con un valor de 5600.95 kg/ha; seguido del T2 (NPK Micronutrientes al 100%), con 5100.65 kg/ha. Los de menores promedios fueron los tratamientos: T1 (NPK Micronutrientes al 50%), con un valor de 4900.47 kg/ha y T4 (Testigo Convencional NPK) con un valor de 4500.21kg/ha del rendimiento del cultivo.

En el análisis económico se determinó que el mejor tratamiento fue el T3 (NPK Micronutrientes al 50% + Sulfato de calcio), con un beneficio/costo de 1.68 ya que por cada dólar invertido obtuvo 0.68 dólares; seguido por T2 (NPK Micronutrientes al 100%), por cada dólar invertido se generó ganancia de 1.54 dólares; seguido por T1 (NPK Micronutrientes al 50%), por cada dólar invertido se generó ganancia de 0.54 dólares; y por último el T4 (Testigo Convencional NPK) con un valor de 1.33 con un retorno de 0,33 dólares, siendo el de menor promedio entre tratamientos.

6.2 Recomendaciones

De acuerdo con la presente investigación se recomienda:

Realizar investigaciones detalladas sobre las dosis óptimas de fertilización foliar con NPK y micronutrientes, ajustadas a las diferentes etapas fenológicas del cultivo de arroz.

Ejecutar un estudio sobre el impacto ambiental y económico de los programas de fertilización foliar con NPK y micronutrientes con el objetivo de fomentar prácticas sostenibles que garanticen una producción de arroz eficiente y responsable a largo plazo.

Utilizar NPK Micronutrientes al 50% + Sulfato de calcio como complemento nutricional para potenciar el desarrollo del cultivo de arroz en el cantón Santa Rosa provincia de El Oro.

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
- 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.
- 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>
- Burnside, (2017). Ph de los suelos. Cultivo de arroz (*oryza sativa* L.) . <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/534/1/TA62.pdf>
- 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.
- Decker, D. (2022). Respuesta productiva del arroz iniap 11 (*Oryza sativa* L.) con diferentes niveles de fertilización química y orgánica. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/DECKER%20VILLEGAS%20DANIEL%20ADOLFO.pdf>
- Díaz, O., Alcívar, L., Mora, O., Rodríguez, T. (2022). Fertilización específica en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 5(4), 4251–4266. <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/55353>

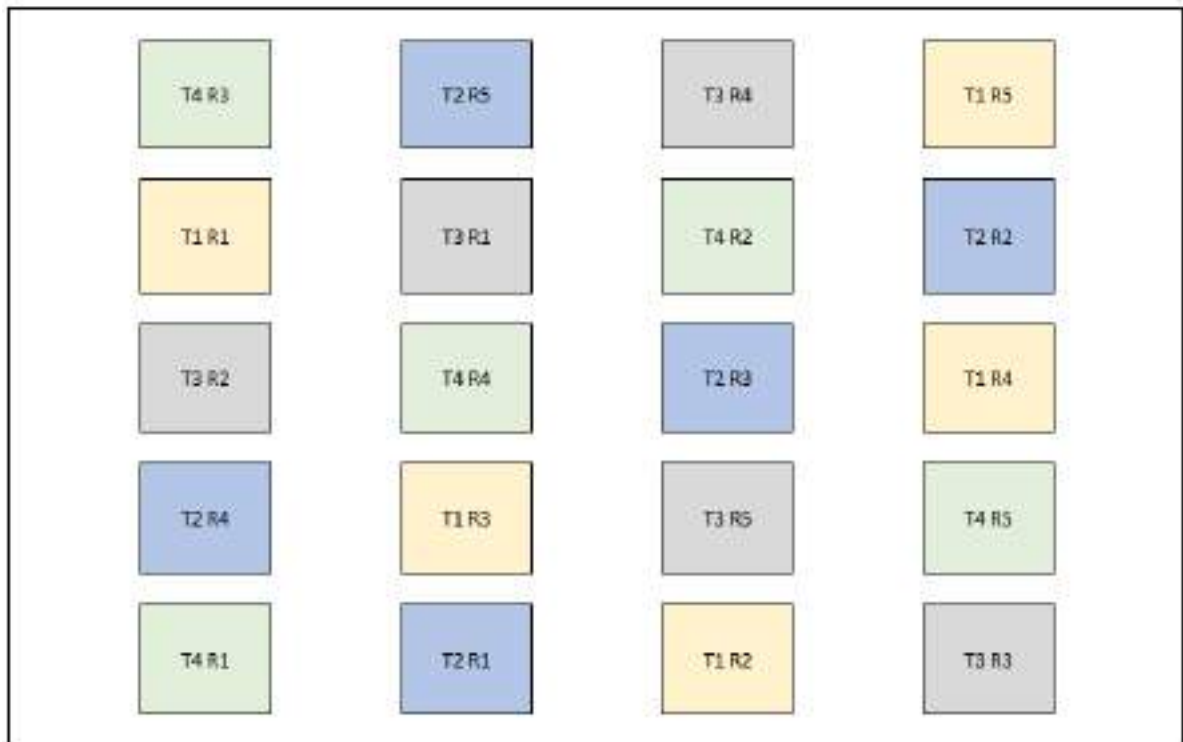
- Espinoza, F. (2018). Requerimiento hidrico del cultivo de arroz. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4083/>
- Fisher, (2015). Características fenológicas del cultivo de arroz. Suelo. Biblioteca virtual. Universidad Agraria del Ecuador.
- Franquet, (2014). Latitud del cultivo de arroz. Manual técnico. Santiago-Chile.
- González, 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/13717/1/GONZ%C3%81LEZ%20MOSQUERA%20MANUEL%20ALEJANDRO.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. tesis). Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Económicas.
- Liang, H. (2018). Actividad Antioxidante en Bioestimulantes y Productos Nutrientes Foliares Seleccionados. USA: Boletín técnico Cytozyme. Vol 7 (1). Recuperado el 17 de febrero de 2018
- Lozano, A. (2019). Fundamentos técnicos para la nutrición del cultivo de arroz. http://www.fedearroz.com.co/docs/cartilla_fundamentos_nutricion.pdf
- Mendieta M., (2019). Fertilización apropiada para el cultivo y producción de arroz. Abonado y fertilización. Lima, Perú: Ediciones Ripalme E.I.R.L.
- Maera, R., Colina, E., Pazmiño, A., Vera, M., Mayorga, D., Santana, D., Rojas, N., Ronquillo, A. (2021). Efecto de los niveles de nutrición de las aplicaciones foliares y al suelo en la incidencia del daño del barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*) en el cultivo de arroz. <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/35570>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2014). Clasificación taxonomica. Dirección de Educación Agraria. Ecuador.
- Ordeñana, L. (2016). Morfología del cultivo de arroz. <https://docplayer.es/33806997-Cultivo-del-arroz-1-generalidades.html>
- 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.
- Parrales, Y., Vásquez, V., Izurieta, M., y Barbotó, V. (2020). Fertilización química basada en análisis de suelo en dos líneas promisorias de arroz. Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación, 5(7), 56-72. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/magazine/article/view/927>
- Penonomé, (2016). Segundo cereal más producido en el mundo. Cultivo de Arroz. Manual técnico. Chile.
- Piedra, (2015). Fase vegetativa del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Manual técnico. Perú.
- Poveda G, (2015). Mercados del arroz. MCCCH. Artículo científico. Belo horizonte - Brasil.
- Régimen de la Soberanía Alimentaria, (2014). http://www.asambleanacional.gob.ec/es/contenido/manuscritos_desde_la_asamblea
- Rodríguez, (2015). Espiguilla. Tesis de grado. Universidad Estatal de Guayaquil. Ecuador.
- Rodríguez, M. (2024). Estudio de la movilidad de macronutrientes durante las etapas fenológicas del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), zona Samborondon. <https://repositorio.ecotec.edu.ec/handle/123456789/1141>
- Sabando, F. (2021). Efecto en el rendimiento de dos variedades de arroz (*Oryza sativa*) mediante el uso de dos fertilizantes edáficos y un fertilizante foliar. <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/44948d38-7b5d-4df0-8869-4025c18dcfb9>
- Servicio Agrícola y Ganadero, (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.
- Sembralia. (2023). Un fertilizante NPK también puede ser sólido o líquido. <https://sembralia.com/blogs/blog/fertilizantes-npk>

- Tarazona. (2019). Que son los fertilizantes NPK. <https://tarazonaagrosolutions.com/blog/guias-de-cultivos/que-es-el-abono-npk/>
- Teodoro, J. (2020). Comparación de dos fertilizantes y su influencia en el rendimiento del cultivo de arroz (oryza sativa). Obtenido de file:///C:/Users/LVPC/Downloads/Briones_Falla_Juan_Jos%C3%A9_Teodoro.pdf
- Undurraga, P. (2021). Fertilización de praderas. Indicadores de fertilidad y nutrientes importantes. pp: 17-22. En: Serie Actas N° 13. Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Vistoso, E. (2020). Los micronutrientes del suelo. Los micronutrientes forman parte de los nutrientes esenciales del cultivo. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/66900/Ficha%20T%>

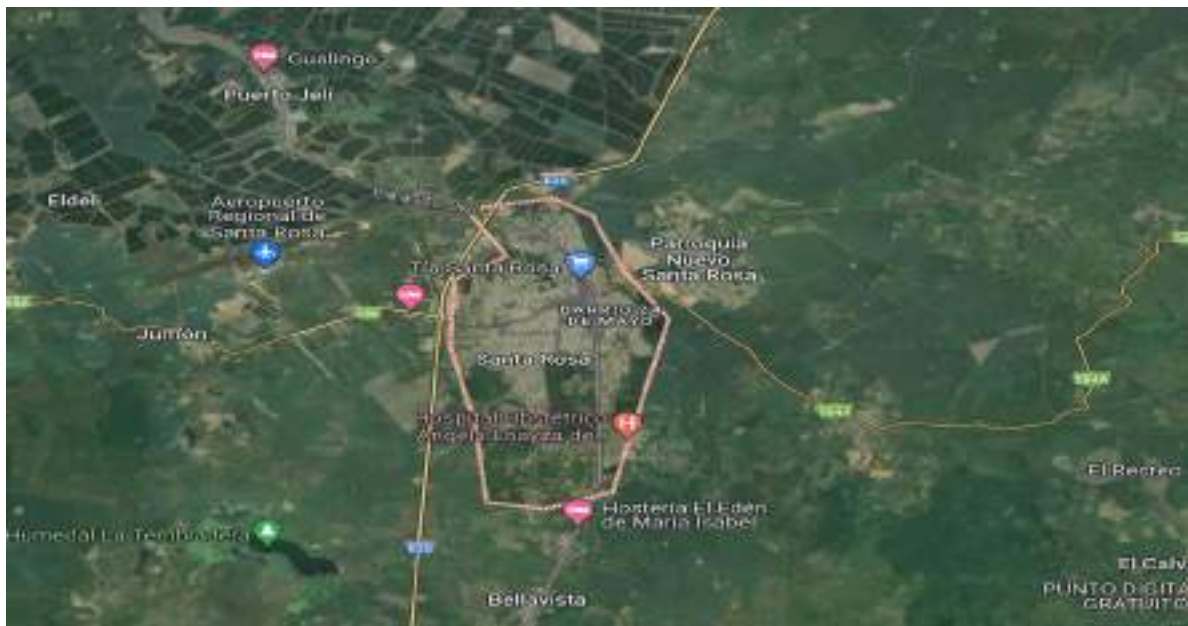
ANEXOS

Figura 1.

Croquis del estudio

Elaborado por: La Autora, 2025



Figura 2.

Ubicación satelital del estudio

Fuente: Google Maps, 2025

Figura 3.



Delimitación de parcelas

Hoja de especificaciones		GrupoFertiberia	
Denominación ABONO CE: SUSPENSIÓN DE ABONO NPK 8-4-22 CON MICRONUTRIENTES			
GLUGEL 12-6-32			
Familia		Fertiberia FOLIARES	
Contenido declarado	p/p (%)	porcentaje p/v (%)	<p>Fertilizante especial en gel de alto contenido en potasio, pobre en cloruro. GLUGEL 12-6-32, es un fertilizante foliar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rico en potasio con un equilibrio 2-1-5,5 compensado en fósforo y nitrógeno. • Con activadores del crecimiento y micronutrientes. • Idóneo para los cultivos que no toleran los cloruros. • Especialmente indicado para aportar inmediata y eficazmente los nutrientes necesarios durante las primeras fases de desarrollo y enqorde de los frutos. • Fortalece la planta frente a condiciones adversas en primavera y otoño. • Especialmente recomendado para el cultivo del jengibre desde que empieza a formar rizoma hasta la formación del bulbo. <p>El potasio mejora la producción y la calidad del cultivo e incrementa la resistencia al frío y a la sequía.</p> <p>La estructura en forma de gel, disminuye la tensión superficial de la gota que se forma, aumenta la retención en las hojas, favorece la apertura estomática y la absorción cuticular, por lo que se optimiza la eficacia del tratamiento.</p> <p>Usos</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Fertirrigación</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Foliar</p> </div> </div>
N Nitrógeno (N) total	8,50	12,14	
Nitrógeno (N) ureico	8,50	12,14	
P ₂ O ₅ Pentóxido de fósforo (P ₂ O ₅) soluble en agua	4,20	6,00	
K ₂ O Óxido de potasio (K ₂ O) soluble en agua	22,50	32,14	
B Boro (B) soluble en agua	0,009	0,0013	
Cu Cobre (Cu) soluble en agua	0,007	0,010	
Cobre (Cu) quelado por EDTA	0,007	0,010	
Fe Hierro (Fe) soluble en agua	0,021	0,030	
Hierro (Fe) quelado por EDTA	0,021	0,030	
Mn Manganeso (Mn) soluble en agua	0,011	0,015	
Manganeso (Mn) quelado por EDTA	0,011	0,015	
Mo Molibdeno (Mo) soluble en agua	0,001	0,0014	
Zn Zinc (Zn) soluble en agua	0,006	0,008	
Zinc (Zn) quelado por EDTA	0,006	0,008	
Otras características	Valor		
Estado	Líquido gel		
Densidad	1,43 kg/l		
pH (±0,5)	12,50		
Tª cristalización	12,00°C		
Intervalo de pH en el que se garantiza la estabilidad de la fracción quelada	3,00-12,00		
Pobre en cloruro			
<p>producido por</p> <p>Fercampo SAU - Grupo Fertiberia c/ Eslava nº 14-2, 29002, Málaga (España) Tel.: + 34 952 247 838 / Fax: + 34 952 231 256 comercial@fercampo.com www.fercampo.com</p>			

Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 4.

Medición de parcelas experimentales

FICHA TÉCNICA

NITROFOSKA SPECIAL 12 - 12 - 17 (+2+8)

**FERTILIZANTE QUÍMICO
APLICACIÓN EDÁFICA**

IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO: NITROFOSKA SPECIAL 12 - 12 - 17 (+2+8)

FORMULACIÓN:
SÓLIDO GRANULADO

DESCRIPCION DEL PRODUCTO:
Ayuda en el proceso fotosintético, así como en el metabolismo del fósforo, respiración y procesos enzimáticos, además el ion sulfato facilita en suelos altos en Hierro y Aluminio su lixiviación. Mejora el fructificación, engroso de los frutos y por ende una mayor producción. El fertilizante debe ser aplicado, de acuerdo a las recomendaciones técnicas del Ingeniero Agrónomo. N - P - K es compatible con todos los plaguicidas, pero se recomienda con aceites ni con productos que tengan lo mismo.

DESCRIPCIÓN QUÍMICA:

COMPOSICIÓN QUÍMICA:

NITROGENOTOTAL.....	12 %
FOSFORO (P ₂ O ₅) soluble en citrato amónico neutro	12 %
POTASIO (K ₂ O)	17 %
AZUFRE (S).....	8 %
CALCIO (CaO)	5,3 %
MAGNESIO (MgO).....	2,0 %
BORO (B).....	0,02 %
ZINC (Zn).....	0,01 %

PROPIEDADES FÍSICO - QUÍMICAS:

1. COLOR: ROSADO
2. OLO: CARACTERISTICO DEL PRODUCTO
3. APARIENCIA: GRANULADO
4. GRANULOMETRIA: 1 - 4 mm

DOSIS Y APLICACIÓN

Aplicar en suelos y plantas con deficientes de N-P - K.
No aplicar el producto en horas soleadas y con altas temperaturas.
No aplicar el producto cuando esté por llover.
15 - 20 Kg (250m²).
Para obtener los máximos beneficios aplicar las recomendaciones, de acuerdo a los análisis de suelo, para corregir las deficiencias.

INCOMPATIBILIDAD:
No presenta incompatibilidad con otros productos de uso agrícola

PRESENTACIÓN:
Sacos de 25kg

NRO. REGISTRO AGROCALIDAD:
137-F-AGR-P

PAIS DE ORIGEN:BÉLGICA
FABRICANTE:EUROCHEM AGRO

Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 5.

Delimitación de parcelas



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 6.

Medición de parcelas experimentales



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 7.

Recolección de plántulas de camas de germinación



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 8.

Trasplante de plántulas



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 9.

Colocación de carteles



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 10.

Delimitación de tratamientos



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 11.

Preparación de bomba de mochila



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 12.

Aplicación del producto en estudio



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 13.

Medición del crecimiento del cultivo



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 14.

Recolección de datos



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 15.

Preparación del producto en estudio



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 16.

Segunda aplicación del producto en estudio



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 17.

Medición de altura de plantas



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 18.

Visita del docente guía en la zona de estudio



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 19.

Recolección de espigas



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 20.

Recolección de variable espigas por planta



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 21.

Conteo de granos por espiga



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 22.

Conteo de granos por espiga por tratamiento



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 23.***Visita del docente guía en cosecha del cultivo*****Elaborado por: La Autora, 2025****Figura 24.*****Peso de 1000 granos de arroz*****Elaborado por: La Autora, 2025**

APÉNDICES

Tabla 14.

Análisis de la varianza altura de planta 8 días

Altura de planta 8 días

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta 8 días	20	0.94	0.91	6.90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	48.75	7	6.96	27.86	<0.0001
Tratamientos	47.75	3	15.92	63.67	<0.0001
Repeticiones	1.00	4	0.25	1.00	0.4449
Error	3.00	12	0.25		
Total	51.75	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.93885

Error: 0.2500 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4 (Testigo Convencional N..	5.20	5	0.22	A
T1 (NPK Micronutrientes al..	6.60	5	0.22	B
T2 (NPK Micronutrientes al..	7.80	5	0.22	C
T3 (NPK Micronutrientes al..	9.40	5	0.22	D

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.12693

Error: 0.2500 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
5	7.00	4	0.25	A
3	7.00	4	0.25	A
4	7.25	4	0.25	A
2	7.50	4	0.25	A
1	7.50	4	0.25	A

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

Tabla 15.**Análisis de la varianza altura de planta 15 días****Altura de planta 15 días**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta 15 días	20	0.95	0.93	4.44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	68.60	7	9.80	34.59	<0.0001
Tratamientos	67.60	3	22.53	79.53	<0.0001
Repeticiones	1.00	4	0.25	0.88	0.5032
Error	3.40	12	0.28		
Total	72.00	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.99948

Error: 0.2833 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4 (Testigo Convencional N..	9.60	5	0.24	A
T1 (NPK Micronutrientes al..	11.20	5	0.24	B
T2 (NPK Micronutrientes al..	12.60	5	0.24	C
T3 (NPK Micronutrientes al..	14.60	5	0.24	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.19971**

Error: 0.2833 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
5	11.75	4	0.27	A
2	11.75	4	0.27	A
3	12.00	4	0.27	A
4	12.25	4	0.27	A
1	12.25	4	0.27	A

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

Tabla 16.

Análisis de la varianza altura de planta 25 días**Altura de planta 25 días**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta 25 días	20	0.98	0.97	2.48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	495.80	7	70.83	106.24	<0.0001
Tratamientos	493.00	3	164.33	246.50	<0.0001
Repeticiones	2.80	4	0.70	1.05	0.4222
Error	8.00	12	0.67		
Total	503.80	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.53313

Error: 0.6667 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4 (Testigo Convencional N..	25.60	5	0.37	A
T1 (NPK Micronutrientes al..	31.80	5	0.37	B
T2 (NPK Micronutrientes al..	35.00	5	0.37	C
T3 (NPK Micronutrientes al..	39.20	5	0.37	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.84026**

Error: 0.6667 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
3	32.50	4	0.41	A
1	32.50	4	0.41	A
5	33.00	4	0.41	A
4	33.00	4	0.41	A
2	33.50	4	0.41	A

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

Tabla 17.

Análisis de la varianza número de espiga por planta**Número de espiga por planta**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de espiga por plant..	20	0.98	0.97	3.93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	237.10	7	33.87	104.22	<0.0001
Tratamientos	234.60	3	78.20	240.62	<0.0001
Repeticiones	2.50	4	0.63	1.92	0.1712
Error	3.90	12	0.33		
Total	241.00	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.07045

Error: 0.3250 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4 (Testigo Convencional N..	10.40	5	0.25	A
T1 (NPK Micronutrientes al..	12.40	5	0.25	B
T2 (NPK Micronutrientes al..	15.80	5	0.25	C
T3 (NPK Micronutrientes al..	19.40	5	0.25	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.28490**

Error: 0.3250 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
1	14.00	4	0.29	A
4	14.25	4	0.29	A
2	14.50	4	0.29	A
5	14.75	4	0.29	A
3	15.00	4	0.29	A

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

Tabla 18.

Análisis de la varianza número de granos por espiga**Número de granos por espiga**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de granos por espig..	20	0.95	0.91	2.20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1458.60	7	208.37	29.63	<0.0001
Tratamientos	1448.60	3	482.87	68.65	<0.0001
Repeticiones	10.00	4	2.50	0.36	0.8354
Error	84.40	12	7.03		
Total	1543.00	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=4.97974

Error: 7.0333 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4 (Testigo Convencional N..	108.00	5	1.19	A
T1 (NPK Micronutrientes al..	117.60	5	1.19	B
T2 (NPK Micronutrientes al..	126.40	5	1.19	C
T3 (NPK Micronutrientes al..	130.00	5	1.19	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=5.97732**

Error: 7.0333 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
1	119.25	4	1.33	A
4	120.25	4	1.33	A
3	120.75	4	1.33	A
5	121.00	4	1.33	A
2	121.25	4	1.33	A

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

Tabla 19.**Análisis de la varianza peso de 1000 granos (g)****Peso de 1000 granos (g)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de 1000 granos (g)	20	0.97	0.96	2.42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	118.07	7	16.87	60.73	<0.0001
Tratamientos	116.27	3	38.76	139.54	<0.0001
Repeticiones	1.80	4	0.45	1.62	0.2329
Error	3.33	12	0.28		
Total	121.40	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.98958

Error: 0.2777 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4 (Testigo Convencional N..)	18.45	5	0.24	A
T1 (NPK Micronutrientes al..)	20.80	5	0.24	B
T2 (NPK Micronutrientes al..)	22.90	5	0.24	C
T3 (NPK Micronutrientes al..)	24.94	5	0.24	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.18782**

Error: 0.2777 gl: 12

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
3	21.36	4	0.26	A
2	21.60	4	0.26	A
5	21.67	4	0.26	A
1	22.07	4	0.26	A
4	22.16	4	0.26	A

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

Tabla 20.**Análisis de la varianza rendimiento (kg/ha)****Rendimiento (kg/ha)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento (kg/ha)	20	0.98	0.98	3.96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11906223.70	7	1700889.10	107.63	<0.0001
Tratamientos	11819940.29	3	3939980.10	249.32	<0.0001
Repeticiones	86283.41	4	21570.85	1.36	0.3032
Error	189635.31	12	15802.94		
Total	12095859.01	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=236.04495*Error: 15802.9428 gl: 12*

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T4 (Testigo Convencional N..	4500.21	5	56.22	A
T1 (NPK Micronutrientes al..	4900.47	5	56.22	B
T2 (NPK Micronutrientes al..	5100.65	5	56.22	C
T3 (NPK Micronutrientes al..	5600.95	5	56.22	D

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=283.33156***Error: 15802.9428 gl: 12*

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
3	4086.46	4	62.85	A
5	4123.66	4	62.85	A
1	4161.11	4	62.85	A
4	4227.50	4	62.85	A
2	4265.38	4	62.85	A

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