



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGRÓNOMA**

**EFFECTO COMPLEMENTARIO DE TIERRA DE DIATOMEAS Y
ÁCIDOS HÚMICOS EN EL RENDIMIENTO DEL ARROZ (*Oryza
sativa L.*) YAGUACHI**

AUTORA

ALVARADO VELASQUEZ JAZMIN SINAY

TUTOR:

ING. VARGAS GUILLEN PABLO ISRAEL M.Sc

MILAGRO, ECUADOR

2026



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGRONOMIA
APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EFFECTO COMPLEMENTARIO DE TIERRA DE DIATOMEAS Y ÁCIDOS HÚMICOS EN EL RENDIMIENTO DEL ARROZ (*Oryza sativa* L.) YAGUACHI**, realizado por la estudiante **ALVARADO VELASQUEZ JAZMIN SINAY**; con cédula de identidad 0927924605 de la carrera **AGRONOMIA**, Unidad Académica Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

ING. VARGAS GUILLEN PABLO, MSc

TUTOR

Milagro, 19 de mayo del 2026



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGRONOMIA
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 COMPLEMENTARIO DE TIERRA DE DIATOMEAS Y ÁCIDOS HÚMICOS EN EL RENDIMIENTO DEL ARROZ (*Oryza sativa* L.) YAGUACHI**”, realizado por la estudiante **ALVARADO VELASQUEZ JAZMIN SINAY**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ph.D Gavilánez Luna Fredy
PRESIDENTE

Ing. Juan Martillo Garcia

EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Alexandra Navarrete Cornejo

EXAMINADOR PRINCIPAL

Milagro, 19 de mayo del 2026

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de titulación a Dios por brindarme salud y sabiduría en todo este proceso.

A mi madre, por todo su esfuerzo y sacrificio y apoyo a lo largo de estos años de estudio; y a mi padre, por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida. Gracias a ellos he logrado cumplir cada una de mis metas.

Asimismo, dedico este trabajo a mi novio, por su apoyo constante, por alentarme a ser fuerte y por motivarme a no rendirme durante todo este proceso.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme fortaleza y sabiduría necesaria para culminar esta etapa de mi vida. A mis padres, a mi novio y amigos por estar siempre presentes y apoyándome en cada momento de este proceso.

A la UAE por abrirme sus puertas y permitirme formarme académica y profesionalmente, brindándome los conocimientos y herramientas necesarias para alcanzar esta meta.

A mi tutor Pablo Vargas por su guía, paciencia y apoyo constante durante el desarrollo de este trabajo de titulación.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo Vargas Guillen Pablo Israel, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre **“EFECTO COMPLEMENTARIO DE TIERRA DE DIATOMEAS Y ÁCIDOS HÚMICOS EN EL RENDIMIENTO DEL ARROZ (*Oryza sativa* L.) YAGUACHI”** para optar el título de INGENIERA AGRONOMA, 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, 19 de mayo del 2026

Firma

Alvarado Velasquez Jazmin Sinay

C.I. 0927924605

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto complementario de tierra de diatomeas y ácidos húmicos en el rendimiento del arroz (*Oryza sativa* L.) en el cantón Yaguachi, una zona caracterizada por problemas de salinidad en el suelo. El estudio se desarrolló bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, considerando la aplicación individual y combinada de tierra de diatomeas y ácidos húmicos y un testigo sin aplicación. Se evaluaron variables agronómicas clave: altura de planta, número de macollo, peso de 1000 granos, rendimiento por hectárea y un análisis económico mediante relación beneficio/costo. Los resultados obtenidos evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos, destacándose el tratamiento combinado de tierra de diatomeas y ácidos húmicos (T4), el cual presentó un mayor desarrollo vegetativo, alcanzando una altura de planta de 75,6 cm y un número de macollos de 4.58 a los 60 días. En cuanto a producción, este mismo tratamiento T4 también obtuvo el mayor peso de 1000 granos con 28.90 g y un rendimiento de 5388 kg/ha superado significativamente al testigo con 3570 kg/ha. El análisis económico evidenció que el tratamiento combinado de tierra de diatomeas y ácidos húmicos (T4) presentó el mejor comportamiento económico, alcanzando un ingreso de \$1291,2 y el mayor rendimiento ajustado con 4849,2 kg/ha, el tratamiento T4 registró la menor pérdida económica con un beneficio de -\$220,2 y una relación beneficio/costo de -0,40, siendo el tratamiento económicamente más favorable dentro de los evaluados. La aplicación combinada de tierra de diatomeas y ácidos húmicos favoreció la absorción de nutrientes y la mitigación de los efectos negativos de la salinidad en el suelo, contribuyendo a la mejor del cultivo.

Palabras clave: arroz, salinidad, tierra de diatomeas, ácidos húmicos, rendimiento.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the complementary effect of diatomaceous earth and humic acids on rice (*Oryza sativa* L.) yield in the Yaguachi canton, an area characterized by soil salinity problems. The study was conducted using a randomized complete block design with four treatments and five replications, considering the individual and combined application of diatomaceous earth and humic acids, as well as a control treatment without application. Agronomic variables such as plant height, number of tillers, 1000-grain weight, and yield per hectare were evaluated, along with an economic analysis using a benefit-cost ratio. The results showed significant differences among treatments, with the combined treatment being the most notable. This treatment exhibited greater vegetative development. Plant height reached 75.6 cm at 60 days, tillering was 4.58, the 1000-grain weight was 28.90 g, and yield reached 5388 kg/ha, surpassing the control treatment. The economic analysis showed that the combined treatment of diatomaceous earth and humic acids (T4) presented the best economic performance, reaching an income of \$1291.2 and the highest adjusted yield with 4849.2 kg/ha. However, T4 recorded the lowest economic loss, with a net benefit of -\$220.2 and a benefit-cost ratio of -0.40, making it the most economically favorable treatment among those evaluated. It is concluded that the combined application of diatomaceous earth and humic acids promoted nutrient absorption and mitigated the negative effects of saline stress, contributing to crop improvement. This represents a technical and economic alternative for increasing rice yield in the Yaguachi canton.

Keywords: *rice, salinity, diatomaceous earth, humic acids, yield*

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
INDICE DE TABLAS.....	xi
INDICE DE FIGURAS	xii
INDICE DE ANEXO.....	xiii
1. INTRODUCCIÓN	12
1.1 Antecedentes del problema	12
1.2 Planteamiento y formulación del problema	13
1.3 Justificación de la investigación	14
1.4 Delimitación de la investigación	14
1.5 Objetivo general	14
1.6 Objetivos específicos	14
1.7 Hipótesis o idea a defender.....	15
2. MARCO TEÓRICO	16
2.1 Estado del arte	16
2.2 Bases científicas y teóricas de la temática	19
2.3 Marco legal.....	27
3. MATERIALES Y METODOS	29
3.1 Enfoque de la investigación.....	29
3.2 Metodología.....	29
4. RESULTADOS	35
4.1 Efecto de tierra de diatomeas y ácidos húmicos en el crecimiento y macollaje del cultivo	35
4.2 Influencia de los tratamientos propuestos en la producción del cultivo.	36
4.3 Rentabilidad de los tratamientos mediante el análisis de beneficio costo	37
5. DISCUSIÓN	39
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41

BIBLIOGRAFÍA	43
ANEXOS	48

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Efecto de la salinidad en los cultivos.....	23
Tabla 2. Diagnóstico de problemas de suelos salinos y sódicos	24
Tabla 3. Operacionalización de variables independiente	30
Tabla 4. Operacionalización de variables dependientes	30
Tabla 5. Tratamientos experimentales.....	31
Tabla 6. Delimitación del experimento.....	31
Tabla 7. Esquema del análisis de varianza	34
Tabla 8. Media de altura de planta en cm.....	35
Tabla 9. Numero de macollos por planta	36
Tabla 10. Peso de 1000 semillas (g).....	36
Tabla 11. Rendimiento (Kg/ha)	37
Tabla 12. Análisis beneficio/costo	38

INDICE DE FIGURAS

Figuras 1 Altura de planta (cm) a los 15 días.....	57
Figuras 2. Altura de planta (cm) a los 30 días.....	58
Figuras 3 Altura de planta (cm) a los 45 días.....	59
Figuras 4. Altura de planta (cm) a los 60 días.....	60
Figuras 5. Numero de macollo 60 días.....	61
Figuras 6. Peso de 1000 semillas (g).....	62
Figuras 7. Rendimiento (Kg/ha).....	63

INDICE DE ANEXO

Anexo 1. Análisis de suelo inicial.	48
Anexo 2. Croquis del experimento.....	49
Anexo 3. Tabla de resumen.....	49
Anexo 4. Apertura de canal de riego.	50
Anexo 5. Medición y establecimiento del terreno	50
Anexo 6. Realización de muros.....	51
Anexo 7. Implementación del experimento.	51
Anexo 8. Productos (T. Diatomeas y A. Húmicos).....	52
Anexo 9. Aplicación de tierra de diatomeas	52
Anexo 10. Siembra semilla reciclada Feron.....	53
Anexo 11. Area experimental establecida.....	53
Anexo 12. Toma de altura de planta a los 30 días.	54
Anexo 13. Aplicación de los productos a los 30 días.....	54
Anexo 14. Toma de altura de planta a los 45 días.	55
Anexo 15. Aplicación de los productos a los 60 días.....	55

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los cereales más significativos a nivel global y representa la principal fuente de nutrición para más de un tercio de la población, proporcionando alimento a más del 50% de las personas en numerosas regiones, ante el constante aumento de la población mundial, es necesario mejorar de forma continua la producción de arroz para satisfacer la creciente demanda alimentaria (Pérez D., et al., 2021).

No obstante, el crecimiento, desarrollo y rendimiento del arroz pueden verse gravemente afectados por factores abióticos como la salinidad, particularmente durante las fases vegetativas y reproductivas, Cerca del 20% de la superficie agrícola a nivel global y alrededor de la mitad de las tierras de riego son impactadas por este elemento (Rodríguez et al., 2019).

La salinidad se asocia con la existencia de elevadas concentraciones de sales en el suelo, las cuales son perjudiciales para las plantas ya que causa una disminución notable en el crecimiento y desarrollo de las plantas debido a su toxicidad y a la reducción del potencial osmótico, dificultando así la absorción de agua (Lamz y González, 2013).

La tierra de diatomea, restos fosilizados de algas unicelulares silíceas, forman una roca rica en minerales. Mejora la resistencia de los cultivos y, junto a otros micronutrientes, optimiza la absorción de nutrientes en las plantas. Además, por ser un producto natural, ayuda a conservar la 'salud' del suelo (Banglione, 2011).

Por otro lado, los ácidos húmicos son muy relevantes debido a su influencia en la actividad enzimática de las plantas; producen efectos parecidos a los de las hormonas y actúan en momentos en que las plantas enfrentan condiciones de estrés, lo que les permite reducir el estrés oxidativo causado por la falta de agua (Hernández R, 2012).

Aunque la tierra de diatomeas y los ácidos húmicos han mostrado beneficios individuales en diversos cultivos, aún existe poca información sobre sus efectos combinados en el cultivo de arroz en condiciones de salinidad.

Por ello, esta investigación propone evaluar la eficacia de estos productos como una estrategia para mejorar el rendimiento del arroz en condiciones de salinidad.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El arroz (*Oryza sativa L.*) es un cultivo clave para la seguridad alimentaria en diversas áreas del mundo, incluyendo la costa ecuatoriana. Sin embargo, su producción es afectada por factores abióticos como la salinidad, condición que limita el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo. En zonas como el cantón Yaguachi, se ha observado la existencia de suelos que contienen cantidad significativa de sales, producto de un manejo inadecuado de riego o el uso de aguas con alta conductividad eléctrica, esto representa una amenaza para la productividad del suelo. A pesar de los intentos por incrementar la productividad del arroz en condiciones desfavorables, los métodos tradicionales a menudo resultan insuficientes o no sostenibles. En este escenario, la utilización de enmiendas naturales como los ácidos húmicos y la tierra de diatomeas ha cobrado relevancia debido a su capacidad para mejorar las características del suelo, fomentar el desarrollo de raíces y aumentar la resistencia de las plantas al estrés abiótico.

Sin embargo, hay poca información científica respecto al efecto combinado de estas sustancias en el arroz en un suelo que sufre de salinidad, lo que restringe su uso en programas de manejo agronómico. Por lo tanto, surge la necesidad de analizar el impacto de la aplicación complementaria de tierra de diatomeas y ácidos húmicos en el comportamiento y rendimiento del arroz en suelos salinos, con el objetivo de generar información técnica que ayude a optimizar el manejo del cultivo y proporcionar soluciones sostenibles para los productores.

1.2.2 Formulación del problema

¿De qué manera la aplicación complementaria de tierra de diatomeas y ácidos húmicos influye en el rendimiento del arroz (*Oryza sativa L.*) cultivado en suelos salinos del cantón Yaguachi?

1.3 Justificación de la investigación

La presente investigación se justifica por la necesidad de enfrentar los efectos negativos de la salinidad en el suelo una condición que limita la absorción de agua y nutrientes, en cultivos sensibles como el arroz (*Oryza sativa L.*) frente a esta situación, es fundamental identificar prácticas de manejo agronómico que permitan mejorar la productividad del arroz en suelo salino. La aplicación de diatomeas ricas en silicio y micronutrientes, y ácidos húmicos que contribuyen a la mejora de la estructura del suelo son enmiendas naturales que han demostrado ser beneficiosa para aumentar la tolerancia de las plantas al estrés salino y la conservación de la salud del suelo.

Aunque existen estudios que demuestran su efecto positivo a las plantas se requiere más investigación a nivel local para validar la efectividad de estos tratamientos combinados en condiciones específicas como las del Cantón Yaguachi, donde la salinidad del suelo es un limitante para la producción del cultivo de arroz.

1.4 Delimitación de la investigación

Espacio: Se desarrollo en la Provincia del Guayas, Cantón Yaguachi, RCTO. San Martin de Porres.

Tiempo: 120 días

Población: Comunidad científica, universitaria, pequeños y medianos productores.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de tierra de diatomeas y ácidos húmicos en el rendimiento del arroz, a través de ensayos experimentales, para mejorar su productividad en la zona agrícola del cantón Yaguachi

1.6 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de tierra de diatomeas y ácidos húmicos en el crecimiento y macollaje del cultivo de arroz.
- Valorar la influencia de los tratamientos propuestos en la producción del cultivo.

- Analizar la rentabilidad de los tratamientos mediante la relación beneficio costo.

1.7 Hipótesis o idea a defender

La aplicación complementaria de tierra de diatomeas y ácidos húmicos tanto individual o combinada mejorará, significativamente el rendimiento del arroz (*Oryza sativa L.*).

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

Medina (2022) realizó un trabajo denominado: “Alternativas tecnológicas para mitigar efectos de salinidad en el arroz (*Oryza sativa* L.) en San Jacinto de Yaguachi, Ecuador”. El objetivo de este estudio fue evaluar la aplicación de enmiendas químicas y orgánicas como alternativas para mitigación de los efectos nocivos de la salinidad en el arroz en los suelos del cantón San Jacinto de Yaguachi, Ecuador. Las enmiendas evaluadas incluyeron leonardita, yeso, vinaza, compost, cachaza y porquinaza. Se evaluó la morfología y rendimiento de cinco variedades de arroz, INIAP-FLArenillas, SFL 011, INIAP 14, INIAP 11 y Fedearroz 60. Con los resultados, se conoció que la textura arcillosa es la predominante en estos suelos y con niveles medios de salinidad. En el agua de regadío se evidenciaron cantidades altas de cloro con restricción severa para su uso. Se encontraron tres sistemas de producción de arroz entre los agricultores, además de que, con las aplicaciones de compost, cachaza y leonardita, mejoraron la morfología de las plantas e incrementaron el rendimiento y aumentó la concentración de N, K, Ca, S y P. Las variedades de arroz sometidas al nivel de salinidad de 7.44 dS m⁻¹ y aplicando leonardita, presentaron diferencias estadísticas significativas en altura de planta, número de macollos, panículas, granos por panícula, peso de 1 000 granos. Se destaca que empleando 150 kg ha⁻¹ leonardita, las variedades de arroz presentaron mayores rendimientos.

Zambrano (2021) en su trabajo evaluó la influencia de sustancias húmicas en la germinación y crecimiento de dos variedades de arroz bajo estrés salino. Se realizaron 18 tratamientos con un diseño completamente al azar, y 54 unidades experimentales, simulando un experimento hidropónico. Los factores para evaluar fueron 3, estrés salino (ES) con 3 niveles de salinidad 0; 75 y 150 mM de NaCl, sustancias húmicas (SH) 0; 5 y 10 mg C L⁻¹ y variedades (V) de arroz FL-ARENILLAS y FL-1480. El estudio fue dividido por etapas, la primera de ellas la etapa de germinación con evaluaciones diarias por 7 días evaluando los parámetros germinativos, y la segunda etapa fue de crecimiento inicial con una duración de 5 días, evaluando parámetros morfológicos. Se concluye que el uso de las sustancias húmicas reduce la de plántulas anormales obtenidas en la germinación a causa del estrés salino y que en la segunda etapa contribuyó al desarrollo foliar radicular y

peso seco en ambas variedades, con mejores resultados al aplicar dosis de SH de 5 y 10 mg C L⁻¹. FL-1480 fue la variedad más tolerante con plántulas con 1.46 cm en LAP, 4.43 cm en LR y 1.87 mg en MST, a diferencia de FL-ARENILLAS que obtuvo 0.5 cm en LAP, 3 cm en LR y 1.22 mg en MST.

Zambrano (2019) En su estudio Efectos de la aplicación de tres abonos orgánicos comerciales en las características agronómicas y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L), el trabajo se realizó en la Parroquia Santa María Manga del Cura, del Cantón El Carmen, Provincia de Manabí. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 7 tratamientos y 3 repeticiones. Las variables evaluadas fueron. Altura de planta, número de macollos por metro cuadrado, número de espigas, granos por espigas, longitud del grano, peso por tratamiento, peso de 1000 semillas, rendimiento por hectárea. Los datos fueron evaluados por el análisis de varianza utilizando la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, para asignar los siguientes tratamientos 1) Fungi organ + Nutrientes (4 l ha⁻¹), 2) Fungi organ + Nutrientes (6 l ha⁻¹), 3) Nutri full + Nutrientes (2 l ha⁻¹), 4) Nutri full + Nutrientes (3 l ha⁻¹), 5) Allgrow (1 l ha⁻¹), 6) Allgrow (1,5 l ha⁻¹) y 7) Testigo (Urea 200 kg ha⁻¹) para realizar la comparación de los tratamientos se efectuó el análisis económico en los tratamientos para conocer la utilidad marginal. Los resultados indicaron que la aplicación con el fertilizante Allgrow (1 l ha⁻¹) registró mayor rendimiento con valores de 5284,57 kg ha⁻¹ y mejores características agronómicas siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos. El análisis económico determinó que el tratamiento Allgrow con unas dosis de 1,0 l ha⁻¹ con un costo marginal de 575,78 dólares; dando como resultado final una utilidad superior a los demás tratamientos con 227,46 dólares. Los efectos de la aplicación de fertilizantes orgánicos presentaron un buen desarrollo de las características agronómicas del cultivo, obteniendo resultados por encima del testigo.

Zamora V, 2019 en su trabajo “Respuesta agronómica del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) a la aplicación de fertilizantes con silicio y magnesio en condiciones de secano” evaluó el efecto de diferentes dosis de silicio (5 y 10 kg/ha) y magnesio (10, 20 y 30 kg/ha), aplicadas a los 15 y 30 días después de la siembra, bajo un diseño de bloques completos al azar. Se analizaron variables agronómicas como altura de planta, número de macollos y panículas por metro cuadrado, longitud de panícula, número de granos por panícula, peso de mil granos y

rendimiento. Los resultados evidenciaron que la combinación de 10 kg/ha de silicio + 20 kg/ha de magnesio presentó la mejor respuesta agronómica, incrementando significativamente las variables de crecimiento (altura 109,0 cm, 510 macollos/m², 448 panículas/m²) y producción del cultivo. El mayor rendimiento alcanzado fue de 6033,3 kg/ha, acompañado del mayor beneficio económico, concluyendo que la fertilización combinada de silicio y magnesio mejora el desempeño del arroz en condiciones de secano.

En un estudio de Ponce (2019) utilizó la variedad de arroz Iniap FL 1480 Cristalino, evaluando cinco tratamientos de ácidos húmicos mediante un diseño experimental de Bloques completos al azar. Los tratamientos estuvieron conformados por Black gold, en dosis de 20,0 kg/ha; Huminrich 15,0 kg/ha; Huma K 15,0 kg/ha; Robusterra 15,0 kg/ha y un Testigo (Sin aplicación). Para estimar los efectos de los tratamientos, se tomaron los datos de altura de planta, número de macollos y panículas, días de la floración y cosecha, longitud de las panículas, granos por panículas, peso de 1000 granos, rendimiento de grano y análisis económico. Por los resultados obtenidos se determinó que se presentó respuesta favorable en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de arroz con la aplicación de ácidos húmicos; los tratamientos que no se aplicó ácidos húmicos influyeron para que variedad de arroz florezca y se coseche en menor tiempo; la altura de planta, número de macollos y panículas/m², longitud de panícula, granos por panículas y peso de 1000 granos obtuvieron mayores resultados cuando se utilizó Huminrich con dosificación de 15,0 Kg/ha y con el uso de Huminrich con dosis de 15,0 Kg/ha se presentó mayor rendimiento del cultivo con 4534,0 kg/ha y mayor beneficio neto de \$ 139,76.

Piedra (2019) en su estudio de Efecto de la combinación de fosfito potásico con ácidos húmicos y fúlvicos, sobre el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) de secano Como material de siembra se utilizarán la variedad de arroz SFL-09. Los tratamientos estuvieron conformados por Naturfos en dosis de 0,5 y 1,0 L/ha; Naturvital - plus en dosis de 0,5 y 1,0 L/ha; la combinación de Naturfos + Naturvital – plus en dosis de 0,5 + 0,5 L/ha, 0,5 + 1,0 L/ha, 1,0 + 0,5 L/ha, 1,0 + 1,0 L/ha; Evergreen 1,0 L/ha y testigo sin aplicación de productos. Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con diez tratamientos y tres repeticiones, para la evaluación y comparación de medias de los tratamientos, se utilizó la prueba de

Tukey al 95 %. Por los resultados obtenidos se determinó que las combinaciones de fosfito potásico con ácidos húmicos y fúlvicos, no obtuvieron los mayores rendimientos en el cultivo de arroz; el tratamiento testigo sin aplicación de productos floreció en mayor tiempo, mientras que el tratamiento Evergreen 1 L/ha maduró en mayor tiempo; las características agronómicas de altura de planta, longitud de panícula, número de macollos y panículas/m², número de granos por panícula, relación grano - paja y peso de 1000 granos (26,0 g) alcanzó mejores resultados con la aplicación de Evergreen, en dosis de 1,0 L/ha a los 20 y 40 días después del trasplante y al aplicar Evergreen, en dosis de 1,0 L/ha se alcanzó el mayor rendimiento del cultivo con 7541,7 kg/ha y beneficio neto de \$ 941,14/ha.

2.2 Bases científicas y teóricas de la temática

2.2.1 Origen e importancia

El cultivo de arroz, *Oryza sativa* L., se originó en el sudeste asiático y sur de India, propagándose hasta China antes del 3000 AC. Desde China llegó a Corea y Japón aparentemente en el siglo I AC. Se cultivó en Filipinas desde 2000 AC y se extendió a Indonesia y desde allí entró en Ceilán. Posteriormente, alcanzó Asia occidental y la cuenca del Mediterráneo durante el imperio persa. Alejandro Magno facilitó su introducción en Grecia tras sus conquistas en Asia. Llegó a América a través de Egipto, Marruecos y España (Degiovanni, 2010).

El arroz se cultiva en todo el mundo, siendo el segundo cereal más importante después del trigo. Tiene propiedades fundamentales como fuente de alimento y empleo, y ofrece una mayor cantidad de calorías que otros cereales. Por lo menos, el 50% de la población global lo consume diariamente (Catuto Álvarez, 2020).

2.2.2 Taxonomía del cultivo de arroz

Según Acevedo, Castrillo y Belmonte (2006) señalan que la clasificación taxonómica es de la siguiente manera:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Oryza*

Especie: *Oryza sativa* L.

2.2.3 Características morfológicas

El arroz es una planta herbácea de ciclo anual, que presenta tallos cilíndricos y huecos formados por nudos y entrenudos, con hojas aplanadas que se conectan al tallo mediante una vaina, y su flor se agrupa en una panícula. La altura de la planta oscila entre 0.4 m (variedades enanas) y más de 7.0 m.

Raíz: Las raíces se clasifican en seminales, efímeras y ramificadas, y adventicias, duraderas y fibrosas, que emergen de nudos subterráneos (variedades flotantes) (Centro Internacional de Agricultura Tropical, 2005).

Tallo: están conformados por la alternancia de nudos y entrenudos; en el nudo o área nodal se generan las hojas y yemas, siendo que esta última puede crecer y originar macollos. La yema se localiza entre el nudo y la parte inferior de la vaina de la hoja.

Hoja: Se disponen de manera alterna a lo largo del tallo. En cada nudo se forma una hoja; la que está arriba, bajo la panícula, es conocida como la hoja bandera (Degiovanni, 2010).

Flores: están organizadas en una estructura floral conocida como panícula. Las panículas se pueden dividir en abiertas, compactas e intermedias, dependiendo del ángulo que las ramificaciones hacen al salir del eje de la panícula. Tanto el peso como la cantidad de espiguillas por panícula varían según la variedad.

Semillas: es un ovario maduro, seco y que no se abre por sí mismo. El grano de arroz descascarado es una cariósida; se le llama arroz integral, y aún retiene el pericarpio de color marrón rojizo o púrpura (Barzola, 2002).

2.2.4 Descripción de la planta

El desarrollo de la planta de arroz es un proceso fisiológico constante que abarca desde la germinación hasta la maduración del grano. Este proceso de

crecimiento sigue un patrón temporal general, aunque puede variar un poco según las características genéticas de la planta o factores ambientales (Fernández et al., s.f.).

2.2.4.1 Fase vegetativa

Comienza con la germinación de la semilla y concluye con la diferenciación del primordio floral. Durante este proceso se establece el número de panículas por unidad de área. La duración de esta fase puede cambiar según la variedad y el clima; generalmente, su duración oscila entre 35 y 50 días (Jimenez, 2021).

2.2.4.2 Fase reproductiva

Comienza con la diferenciación del primordio floral y concluye con la floración del cultivo. En este periodo se establece la cantidad de espiguillas que tendrá cada panícula. Su duración varía entre 30 y 35 días. Esta fase solo puede observarse al abrir la planta y ver su desarrollo interno (Jarma, 2010).

2.2.4.3 Fase de maduración

Comienza en la fase de floración y culmina con la madurez del grano. Durante esta etapa se define cuántas espiguillas se transformarán en granos viables y el peso de cada uno. Esta fase dura entre 30 y 45 días, dependiendo de la variedad y las condiciones climáticas (Federación Nacional de Arroceros, 2018).

2.2.5 Requerimientos edafoclimáticos

2.2.5.1 Clima

A pesar de ser una planta tropical y subtropical, la mayor parte de la producción global se encuentra en climas tropicales húmedos; sin embargo, también se puede cultivar en zonas subtropicales húmedas y en climas templados. Esta gramínea se desarrolla desde los 49 grados de latitud norte hasta los 35 grados de latitud sur y desde el nivel del mar hasta altitudes de 2500 metros (Pinargote, 2023).

2.2.5.2 Temperatura

El arroz es susceptible a temperaturas frías y se cultiva en zonas tropicales, subtropicales y templadas. el arroz se desarrolla de manera ideal entre 25 y 35 °C, mientras que las temperaturas mínimas críticas para su crecimiento varían dependiendo de la etapa de desarrollo. Las bajas temperaturas representan un

factor limitante importante para la productividad del cultivo y restringen su distribución geográfica (Paredes, 2021).

2.2.5.3 Suelo

El cultivo del arroz necesita suelos que contengan una gran cantidad de arcilla, lo que significa que deben ser capaces de retener agua durante un extenso lapso. Los suelos que combinan arcilla con arena y limo en proporciones equilibradas, conocidos como suelos francos, son adecuadas para diversos cultivos y también aseguran rendimientos satisfactorios en esta planta (Pinargote, 2023).

2.2.5.4 PH

El pH de los suelos ácidos se eleva con la inundación, mientras que en los suelos alcalinos sucede lo opuesto. El pH ideal para el arroz es de 6.6, ya que a este nivel la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, así como la disponibilidad de fósforo, son elevadas (InfoAgro, s.f.).

2.2.5.5 Agua

El agua es esencial para el cultivo del arroz. La cantidad de agua en la planta cambia según la parte analizada (hoja, tallo) y el grado de desarrollo de la planta. Esta absorbe principalmente el agua por las raíces; utiliza menos del 15% del agua que absorbe y transpira el resto a través de las estomas de las hojas (Vargas, 2010).

2.2.5.5 Fertilización

Fertilizante o Abono, se refiere a compuestos o combinaciones químicas, ya sean naturales o artificiales, que se emplean para mejorar la tierra y promover el desarrollo de las plantas. Es un componente clave no solo en el cultivo del arroz, sino en todos los tipos de cultivos. Se trata de proporcionar los nutrientes en la cantidad y calidad adecuadas requeridas por las cosechas, con el objetivo de obtener el mejor rendimiento y calidad del producto final (Moran, 2021).

2.2.6 Efecto de la salinidad en el suelo

La salinización de los suelos afecta negativamente el crecimiento adecuado de la mayoría de los cultivos y, por ende, constituye uno de los desafíos más graves que enfrenta la agricultura contemporánea. Este problema causa efectos perjudiciales sobre el suelo y su entorno, tales como la reducción de la actividad biológica, la disminución de la disponibilidad de nutrientes, la degradación del suelo,

alteraciones en la estructura y la desertificación de las tierras, lo que representa una limitación para el desarrollo de los cultivos (Cobos M, 2022).

La salinidad se presenta en áreas subhúmedas, áridas y semiáridas, además de en zonas costeras húmedas, donde las depresiones se cargan de sales a un ritmo superior al de su lixiviación. La acumulación de sales es más común en suelos con depresiones que tienen un alto contenido de arcillas y una baja permeabilidad, lo que resulta en una lixiviación limitada, destacándose sulfatos y cloruros como las sales más comunes. La salinidad incide en todos los aspectos de la fisiología de la planta y su metabolismo. La elevada concentración de sales genera un desequilibrio iónico y provoca estrés osmótico. Un intenso estrés salino altera la homeostasis del potencial hídrico y la distribución de iones (Mata-Fernández, 2014).

Los suelos salinos están presentes en diversas regiones del planeta y se distinguen por su poca capacidad de drenaje y un estrato mineralizado que se sitúa bastante cerca de la superficie. Esto restringe la posibilidad de riego y la implementación de métodos de lavado. Esta situación se debe, principalmente, al uso inadecuado de las técnicas de manejo del suelo y del agua para riego (Mesa, 2003).

2.2.6.1 Efecto de la salinidad en las plantas

La salinidad del agua o del suelo representa uno de los principales factores de estrés para las plantas y puede influir en la producción de los cultivos. Los efectos adversos sobre el crecimiento están asociados a la reducción del potencial osmótico de la solución del suelo (estrés osmótico), lo que complica la absorción de agua por las raíces, provoca un desequilibrio en la nutrición, el efecto específico de los iones (estrés iónico) o una combinación de todos estos elementos. La reacción de la planta ante este fenómeno se produce en dos etapas: la fase osmótica y la fase iónica (Cobos M, 2022).

Tabla 1.

Efecto de la salinidad en los cultivos

Clase de suelos salinos	Conductividad (dS/m)	Efecto en el cultivo
No salino	0 - 2	Efectos insignificantes

Ligeramente salino	2 - 4	Cultivos sensibles afectados
Moderadamente salino	4 - 8	Cultivos restringidos
Salino	8 - 16	Solo cultivos tolerantes rinden
Muy salino	> 16	Pocos cultivos tolerantes rinden

Fuente: (FAO, 1988). Elaborado por: El autor, 2026

2.2.6.2 Clasificación de los suelos salinos

A lo largo del tiempo se ha ido acumulando información sobre la naturaleza sus características y relaciones de crecimiento de las plantas en suelos salinos, se distinguen dos grupos que son:

Suelos salinos: Son aquellos que tienen suficientes sales solubles neutras que pueden afectar de manera negativa el crecimiento de la mayoría de los cultivos. Las sales solubles son en su mayoría cloruro y sulfato de sodio. No obstante, los suelos salinos también contienen cantidades significativas de cloruros y sulfatos de calcio y magnesio.

Suelos sódicos: Suelos los que contienen sales de sodio que pueden provocar hidrólisis alcalina, fundamentalmente Na_2CO_3 ; estos suelos también se han denominado "álcalis" en la literatura más antigua (Bauder et al., 2014).

Suelos salinos-sódicos: Son aquellos que contienen sales más solubles que el yeso y sodio intercambiable. Estos suelos presentan una notable cantidad de sales que restringen el desarrollo de ciertos cultivos y tienen altos niveles de sodio en los lugares de intercambio (Pérez P et al., 2024).

Tabla 2.

Diagnóstico de problemas de suelos salinos y sódicos

Problema	Síntoma
Suelos salinos	Costra blanca en la superficie del suelo, Plantas con estrés hídrico. Quemadura en la punta de las hojas.
Suelos sódicos	Mal drenaje. Residuos de polvo negro en la superficie del suelo.
Suelos Salino-Sódicos	Suelo gris. Plantas con estrés hídrico.

Fuente: (Bauder et al., 2014). Elaborado por: El autor, 2026

2.2.7 Diatomeas

Las diatomeas son algas unicelulares y son uno de los tipos de fitoplancton más comunes. A veces, las diatomeas se agrupan en colonias una característica distintiva de estas algas es que están rodeadas por una pared celular compuesta de sílice opalina o dióxido de silicio hidratado. Las colonias de diatomeas se pueden encontrar en ambientes marinos, terrestres y superficies húmedas. Al deshidratarse, estas colonias se fosilizaron y se comprimieron, formando roca rica en sílice (Alba, 2023).

2.2.7.1 Tierra de diatomeas

La tierra de diatomeas contiene altos niveles de silicio en forma de sílice coloidal, silicato y ácido silícico. Se ha demostrado que la tierra de diatomeas ofrece beneficios a la planta de arroz, como un aumento en el tiempo de floración, en la altura de la planta y en el peso de los granos. Al estar compuesta por algas, es completamente biodegradable y no deja residuos tóxicos, lo que permite su uso en huertos urbanos, espacios públicos y áreas de paso para personas y animales. La tierra de diatomea ha mostrado resultados positivos en otros cultivos como el girasol, donde ha incrementado el rendimiento del grano (Alba, 2023).

Según Salas (2023) los beneficios de la tierra de diatomea son:

- Mejora de las características físicas del suelo.
- Optimiza la retención de agua en los tejidos de las plantas y en el suelo.
- Neutraliza los compuestos tóxicos y el exceso de acidez del suelo.
- Influye de manera positiva en la disponibilidad de nutrientes para las plantas.
- Reduce los efectos negativos del aluminio en el crecimiento de las raíces.
- Alivia los efectos nocivos de diversos elementos químicos.
- Salvaguarda los cultivos de factores bióticos y abiótico.

2.2.8 Ácidos húmicos

Las sustancias húmicas (SH) son compuestos orgánicos que provienen del humus y tienen diversas fuentes. Los ácidos húmicos y fúlvicos constituyen los

elementos principales de las SH. La composición química de estos ácidos es intrincada y cambia según el tipo de materia prima utilizada para su obtención. La leonardita posee ácidos orgánicos de alto peso molecular y un número relativamente bajo de grupos funcionales. Otras materias primas incluyen turbas de pantanos, aguas fluviales y, en ocasiones, humus generado en pantanos artificiales (Singh, 2002)

Los ácidos húmicos ayudan a mejorar la estructura del suelo. A través del proceso de humificación y por medio de la síntesis microbológica, se generan nuevos compuestos químicos de gran masa molecular y color oscuro, que aportan a la fracción edáfica del suelo (Zamora Vaca, 2014).

2.2.8.1 Beneficios de los ácidos húmicos en el suelo y las plantas

Los beneficios que aportan los ácidos húmicos para el agricultor en los suelos y plantas son:

- La descomposición constante de las rocas en el suelo para liberar cantidades adicionales de nutrientes esenciales.
- La emisión de dióxido de carbono desde el carbonato de calcio, lo que mejora la disponibilidad de este nutriente fundamental a través de las raíces para la producción de carbohidratos.
- La neutralización de compuestos químicos que pueden ser tóxicos en el suelo.
- La elevada capacidad de intercambio catiónico en los suelos, lo que favorece una mejor retención y uso de diversos elementos, incluyendo minerales y nitrógeno del suelo, al evitar la pérdida de estos compuestos por drenaje desde el área de las raíces.
- Aumento en la permeabilidad de las membranas de las plantas, promoviendo la absorción de nutrientes.
- Los fertilizantes húmicos de carbón estimulan los procesos bioquímicos en las plantas (como la respiración, la fotosíntesis y el contenido de clorofila) y mejoran la calidad y el rendimiento de muchas cosechas (Camasi Salinas, 2016).

2.2.8.2 Efecto de los ácidos húmicos en el cultivo de arroz

El empleo de sustancias húmicas se presenta como una alternativa tecnológica para reducir los daños ocasionados por la falta de agua, aumentar la resistencia en los cultivos y mejorar la producción de arroz. Se han publicado pruebas de las capacidades de los AH para tener efectos beneficiosos en las distintas propiedades del sistema suelo-planta y exhibir efectos similares a las hormonas naturales en situaciones de estrés hídrico, promoviendo la síntesis de Peroxidasas y Catalasas, con el fin de transformar las especies reactivas de oxígeno en compuestos inocuos para las plantas y minimizar el estrés oxidativo causado por la falta de agua (Hernández, 2018).

Las sustancias húmicas solubles, en particular los ácidos húmicos, juegan un papel importante en la adaptación de las plantas ante estreses abióticos, como la salinidad, la presencia de metales pesados en cantidades tóxicas y las deficiencias de agua. Se deben utilizar ya sea simultáneamente al estrés o tras su aparición, además de favorecer el crecimiento y desarrollo en diversos cultivos como el arroz (Guridi et al. 2017).

2.3 Marco legal

Constitución de la República del Ecuador (2008)

TÍTULO II DERECHOS

Capítulo segundo Derechos del buen vivir

Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales (p.13).

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay* (p.14).

TÍTULO VI RÉGIMEN DE DESARROLLO

Capítulo tercero Soberanía alimentaria

Art. 281.- La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008, p.136).

Código Orgánico del Ambiente (COA) (2018)

TITULO II DE LOS DERECHOS, DEBERES Y PRINCIPIOS AMBIENTALES

Art. 6.- Derechos de la naturaleza. Son derechos de la naturaleza los reconocidos en la Constitución, los cuales abarcan el respeto integral de su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos, así como la restauración (p.12).

Art. 16.- De la educación ambiental. La educación ambiental promoverá la concienciación, aprendizaje y enseñanza de conocimientos, competencias, valores deberes, derechos y conductas en la población, para la protección y conservación del ambiente y el desarrollo sostenible. Será un eje transversal de las estrategias, programas y planes de los diferentes niveles y modalidades de educación formal y no formal (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2018, p.16).

Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria

Capítulo III

INVESTIGACIÓN, ASISTENCIA TÉCNICA Y DIÁLOGO DE SABERES

Art. 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

Art. 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 (Asamblea Nacional del Ecuador, 2009).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo, ya que se centró en la recopilación y análisis de datos numéricos y estadísticos, donde se evaluó el efecto de la tierra de diatomea y ácidos húmicos en el rendimiento del arroz.

3.1.2 Tipo y alcance de la investigación

La presente investigación fue de tipo experimental y aplicada, ya que se manipularon variables como tierra de diatomea y ácidos húmicos con el fin de observar su efecto en el cultivo de arroz en condiciones de salinidad. También se abordó un problema específico, como es la salinidad en el cultivo de arroz y como las soluciones propuestas pueden mitigar esta condición y mejorar el rendimiento del cultivo.

3.1.2 Diseño de la investigación:

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, con el fin de reducir la variabilidad del suelo y obtener resultados confiables.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

Las variables que se implementaron son las siguientes:

3.2.1.1 Variables independientes

Aplicación de Diatomeas.

Aplicación de Ácidos húmicos.

3.2.1.2 Variables dependientes

Altura de planta (cm)

Número de macollos por planta

Peso de 1000 granos (g)

Rendimiento (kg/ha)

Rentabilidad económica de los tratamientos

3.2.2 Matriz de operacionalización de variables

Tabla 3.

Operacionalización de variables independiente

Variables independientes			
Variables	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Aplicación tierra de diatomea	Cuantitativo	De razón	Ayuda a tolerar la salinidad
Aplicación de Ácidos húmicos	Cuantitativo	De razón	Ayuda a tolerar la salinidad

Elaborado por: Alvarado, 2026

Tabla 4.

Operacionalización de variables dependientes

Variables dependientes			
Variables	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Altura de planta	Cuantitativo	De razón	Medición en cm
Numero de macollos por planta	Cuantitativos	De razón	Conteo directo
Peso de 100 granos	Cuantitativos	De razón	Índice reflejado en el peso de los granos
Rendimiento (kg/ha)	cuantitativo	De razón	Se reflejará en rendimiento de las hectareas
Rentabilidad económica	Cuantitativo	De razón	Valor del rendimiento costo- beneficio

Elaborado por: Alvarado, 2026

3.2.3 Tratamientos

El presente trabajo consto de cuatro tratamientos, cada uno con sus repeticiones distribuidos al azar en parcelas individuales como se lo muestra en la tabla 5.

Tratamiento 1: testigo, no se realizó la aplicación de los productos.

Tratamiento 2: Se aplico Wayra (Tierra de diatomeas) 50g por parcela de manera edáfica en la preparación del terreno después del fanguero y de manera foliar a los 30 y 60 días.

Tratamiento 3: Se aplico Humigol Activo (ácidos húmicos) 10g por parcela de manera foliar, lo indicado en la ficha técnica del producto dice 2 veces ciclo para

observar un mejor resultado en el experimento se aplicó 3 veces a los 30, 60 y por último a los 90 días.

Tratamiento 4: Se aplicó una combinación del T2 y T3 de manera edáfica y foliar, aplicando diatomeas antes de la siembra en la preparación del terreno y de manera foliar y ácidos húmicos a los 30, 60 y 90 días.

Tabla 5.

Tratamientos experimentales

Tratamientos	Descripción	Dosis	Frecuencia de aplicación
T1	Testigo (sin aplicación)	-	-
T2	Aplicación de diatomeas	50 g/parcela	Antes de la siembra y a los 30 y 60 días
T3	Aplicación de ácidos húmicos	10 g/parcela	A los 30, 60 y 90 días
T4	Diatomeas + Ácidos húmicos	50 g – 10 g/parcela	Antes de la siembra y a los 30 y 60 días – a los 30, 60 y 90 días

Elaborado por: Alvarado, 2026

3.2.4 Diseño experimental

Para evaluar el efecto de la aplicación de diatomeas y ácidos húmicos para el rendimiento del arroz en suelo salino, se empleó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), en el cual se evaluó los tratamientos indicados en la tabla 5. Cada tratamiento se valoró mediante cinco repeticiones. La delimitación del ensayo se describe en la tabla 6.

Tabla 6.

Delimitación del experimento

Numero de tratamientos	4
Numero de repeticiones	5
Número de unidades experimentales	20

Ancho de la parcela	5m
Longitud de parcela	5m
Ancho del área útil de parcela	3m
Longitud del área útil de parcela	3m
Distancia entre repeticiones	2m
Área total del ensayo	660 m

Elaborado por: Alvarado, 2026

3.2.5 Manejo de experimento

Análisis de suelo: Debido a que el área donde se trabajo tiene problemas de salinidad, se realizó un análisis de suelo antes de la preparación del terreno para determinar el nivel de salinidad en el suelo, después al final del experimento se hizo otro análisis de suelo para observar si con los productos aplicados la salinidad logra reducirse o no.

Preparación del terreno: Para la preparación del terreno se realizó un arado, rastra para desmenuzar terrones y fangueo, se utilizó palas para la división de las parcelas.

Variedad: Se utilizo semilla reciclada variedad Feron originaria de Perú, que es la que normalmente utilizan los agricultores de la zona.

La variedad Feron se puede sembrar en época seca y lluviosa, con esta variedad se obtiene un rendimiento promedio de 10 toneladas por hectárea, tiene un periodo de 120 a 130 días.

Productos: Las diatomeas se aplicaron de manera edáfica en la preparación del terreno en la etapa del fangueo y de manera foliar a los 30 y 60 días del cultivo. Los ácidos húmicos se aplicaron 3 veces en toda la etapa del cultivo de manera foliar a los 30, 60 y 90 días.

3.2.6 Recolección de datos

3.2.6.1 Recursos

Materiales y herramientas: en la realización de este proyecto se utilizó revistas científicas, sitios web, libros, tesis de grano nacionales o extranjeras y así mismo, la biblioteca digital de la Universidad Agraria del Ecuador.

Para la recolección de datos se requirió materiales como cinta métrica, balanza, bolsas para muestras, cuaderno y bolígrafo. Todos los datos se recolectaron en las etapas vegetativas y reproductivas del cultivo.

Recursos económicos: el proyecto fue financiado por la tesista y al final del proyecto se realizó un análisis de beneficio costo para poder comprobar si es rentable para el agricultor.

3.2.7 Métodos y técnicas

3.2.7.1 Métodos

Método inductivo: Se aplico el método inductivo al observar los resultados experimentales que se obtuvieron en campo lo que ayudo a establecer conclusiones generales sobre la respuesta del cultivo de arroz bajo condiciones de estrés salino.

Método deductivo: Se aplico el método deductivo a partir de teorías y antecedentes científicos que demostraron que las diatomeas y los ácidos húmicos son beneficiosos a la tolerancia de suelos salinos, en base a esto dichos productos ayudaran a mejorar el rendimiento y rentabilidad del cultivo.

3.2.7.2 Técnicas

Altura de planta (cm): En esta variable se midió la altura de 10 plantas por parcela seleccionadas al azar y se calculó el promedio. Se midió desde la superficie del suelo, hasta la parte superior de la hoja con una cinta métrica, durante la etapa fenológica del cultivo en los 15, 30, 45 y 60 días.

Número de macollos por planta: En esta variable se contó el total de macollos en 10 plantas por parcela seleccionadas al azar, durante la fase vegetativa del cultivo en los primeros 60 días después de la siembra.

Peso de 1000 granos (g): Se tomaron las espigas de las plantas del área útil de cada tratamiento, se promedió el total de cada unidad experimental, pesando con una balanza.

Rendimiento (kg/ha): Se promedió cada uno de los tratamientos y se evaluó el área útil de cada uno, se realizó con el fin de saber cuál es el mayor o menor promedio de cada unidad experimental en kg/ha

Rentabilidad económica de los tratamientos: Se calculo los costos totales (insumos, mano de obra) y los ingresos por rendimiento.

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Ingreso total}}{\text{Costo total}}$$

3.2.8 Análisis estadísticos

Los datos obtenidos fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA), y se aplicó la prueba de Tukey para la comparación de medidas. Este análisis se realizó considerando un 5% de probabilidad de cometer el error de tipo 1. El esquema de ANOVA se detalla en la tabla 7.

Tabla 7.

Esquema del análisis de varianza

Fuentes de variación	formula	Grados de libertad
Tratamientos	T - 1	3
Repeticiones	R - 1	4
Error experimental	(t-1) (r-1)	12
Total	Tr - 1	19

Elaborado por: El autor, 2026

4. RESULTADOS

4.1 Efecto de tierra de diatomeas y ácidos húmicos en el crecimiento y macollaje del cultivo

4.1.1 Altura de planta

El análisis de varianza describe que la variable altura de planta para los 15, 30, 45 y 60 días se presentaron diferencias significativas en los tratamientos evaluados. En el caso de la evaluación realizada a los 15 días se evidencio que el tratamiento 3 (A. húmicos) tuvo mayor efectividad con una media de 13,26. El promedio de la altura de planta a los 30 días donde el tratamiento 4 (Ácidos húmicos + Diatomeas) con 30,94 tuvo mayor efectividad en comparación con los otros tratamientos. La media de la altura de planta a los 45 días, se observaron diferencias significativas donde el tratamiento 4 tuvo una media de 57,92. A los 60 días se pueden observar que el tratamiento 4 tuvo mayor efectividad con una media de 75,60 en comparación con el tratamiento 3 con 70,42 y el tratamiento 2 con 70,32 que tuvieron medias similares por otro lado el testigo una media inferior de 53,86.

Tabla 8.
Media de altura de planta en cm

N°	Tratamiento	AP_15	AP_30	AP_45	AP_60
T4	AH Y D	13.1 ab	30,9 a	57,9 a	75,6 a
T3	A. húmicos	13.2 bc	30,7 a	44,5 b	70,4 b
T2	Diatomeas	12.2 a	27.1 b	42,1 c	70,3 b
T1	Testigo	11.4 c	20.9 c	38,2 d	53,8 c
	CV	3.81%	6.61%	1.67%	0.66%

AP: Altura de planta.

AH Y D: Ácidos húmicos y Diatomeas

CV: Coeficiente de variación

Medias con letras iguales no difieren significativamente ($p > 0.05$).

Elaborado por: El autor, 2026

4.1.2 Numero de macollos por planta

En la tabla 9 se describe la variable de numero de macollos. El análisis demostró diferencias altamente significativas donde el T4 (Ácidos húmicos + Diatomeas) tuvo mejor resultado con 4.58 de media de macollo, seguido del T3 (A. Húmicos) con 4.40 y T2 (Diatomeas) con 4.20 tuvieron un valor intermedio en

macollo, mientras que el T1 (testigo) tuvo el menor número de macollo con una media de 4.20.

Tabla 9.
Numero de macollos por planta

Tratamiento	Medias
T4: AH Y D	4.58 a
T3: A. Húmicos	4.40 b
T2: Diatomeas	4.20 c
T1: Testigo	4.20 d
CV	1.84%

AH Y D: Ácidos húmicos y Diatomeas

CV: Coeficiente de variación

Medias con letras iguales no difieren significativamente ($p>0.05$).

Elaborado por: El autor, 2026

4.2 Influencia de los tratamientos propuestos en la producción del cultivo.

4.1.3 Peso de 1000 semillas (g)

En la Tabla 10 se describen los resultados para la variable de peso de 1000 semillas (g). El análisis estadístico demostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El T4 (Ácidos húmicos + Diatomeas) obtuvo el mejor resultado con una media de 28.90 g, por su parte, el T2 (Diatomeas) con una media de 26.70 g y el T3 (A. Húmicos) con 26.22 g mostraron un comportamiento estadísticamente similar entre sí. Finalmente, el T1 (Testigo) registró el menor peso de grano con una media de 24.04 g.

Tabla 10.
Peso de 1000 semillas (g)

Tratamiento	Medias
T4: AH Y D	28.90 a
T2: Diatomeas	26.70 b
T3: A. Húmicos	26.22 b
T1: Testigo	24.04 c
CV	2.52 %

AH Y D: Ácidos húmicos y Diatomeas

CV: Coeficiente de variación

Medias con letras iguales no difieren significativamente ($p>0.05$).

Elaborado por: El autor, 2026

4.2.1 Rendimiento (Kg/ha)

En la Tabla 11 se muestran los resultados obtenidos para la variable de rendimiento (kg/ha). El análisis estadístico reveló diferencias significativas entre los tratamientos, con un coeficiente de variación (CV) del 2.90%, lo que demuestra una alta homogeneidad en los datos experimentales. El T4 (Ácidos húmicos + Diatomeas) presentó el rendimiento más alto con una media de 5388.00 kg/ha. Los tratamientos T2 (Diatomeas) y T3 (A. húmicos), con medias de 4459.00 kg/ha y 4378.00 kg/ha respectivamente, mostraron un comportamiento intermedio y estadísticamente similar entre sí. Por último, el T1 (Testigo) registró el rendimiento más bajo con 3570.00 kg/ha.

Tabla 11.
Rendimiento (Kg/ha)

Tratamiento	Medias
T4: AH Y D	5388.00 a
T2: Diatomeas	4450.00 b
T3: A. Húmicos	4378.00 b
T1: Testigo	3570.00 c
CV	2.90 %

AH Y D: Ácidos húmicos y Diatomeas

CV: Coeficiente de variación

Medias con letras iguales no difieren significativamente ($p > 0.05$).

Elaborado por: El autor, 2026

4.3 Rentabilidad de los tratamientos mediante el análisis de beneficio costo

La Tabla 12 muestra el análisis beneficio/costo de los cuatro tratamientos evaluados en el cultivo de arroz. Los resultados indican que el tratamiento T4 (Ácidos húmicos + Diatomeas) presentó el mejor comportamiento económico en comparación con los demás tratamientos, ya que obtuvo el mayor rendimiento ajustado (4.849,2 kg/ha), equivalente a 53,8 sacas por tratamiento, generando los ingresos más altos con un valor de 1291,2 dólares. Sin embargo, a pesar de presentar mayores ingresos, todos los tratamientos reflejaron beneficios negativos debido a que los costos totales superaron a los ingresos obtenidos. El tratamiento T4 registró la menor pérdida económica con un beneficio de -220,2 dólares y una relación beneficio/costo de -0,40, siendo el valor más favorable dentro de los tratamientos evaluados.

Tabla 12.
Análisis beneficio/costo

Descripción	T1: testigo	T2: Diatomeas	T3: A. Húmicos	T4: AH y D
Costo fijo	1350	1350	1350	1350
Costo variable	0	26	24	38
Cosecha y transporte	105.6	133.77	131.34	161.40
Rendimiento	3570.00	4459.00	4378.00	5388.00
Rendimiento ajustado -10%	3.213	4.013.1	3.940.2	4.849.2
Sacas por tratamientos	35.2	44.59	43.78	53.8
Precio del mercado	24	24	24	24
Ingresos	844.8	1070.16	1050.72	1291.2
Costos totales	1455.6	1483.77	1481.34	1511.40
Beneficio	-610.8	-413.61	-430.62	-220.2
Relación B/C	-1.73	-0.92	-0.98	-0.40

Resultados de beneficio costo de los tratamientos
Elaborado por: El autor, 2026

5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación demostraron que el tratamiento combinado de tierra de diatomeas y ácidos húmicos obtuvo diferencias significativas, a los 60 días en altura de planta se obtuvo un 75,60 en comparación con el testigo que tuvo una media inferior de 53,86. Estos hallazgos guardan concordancia con Medina (2022), quien reportó mejoras en variables morfológicas del arroz en suelos salinos mediante el uso de enmiendas orgánicas, evidenciando un incremento en altura de planta donde la aplicación de leonardita en las variedades SFL-011 e INIAP 14, alcanzando 110 cm y 104 cm, respectivamente. Estos tratamientos se diferenciaron con la variedad Fedearroz 60 e INIAP 11, sin leonardita que mostraron 91,3 cm y 87,7 cm de altura. Asimismo, los resultados respaldan a Zambrano (2021), quien concluye que el uso de las sustancias húmicas reduce número de plántulas anormales obtenidas en la germinación a causa del estrés salino y que en la segunda etapa contribuyó al desarrollo foliar, radicular y peso seco en ambas variedades, con mejores resultados al aplicar dosis de SH de 5 y 10 mg C L⁻¹. FL-1480 fue la variedad más tolerante con plántulas con 1.46 cm en LAP, 4.43 cm en LR y 1.87 mg en MST. El número de macollos por planta tuvo una media de 4.58 superior al testigo con 3.52 lo que indica una respuesta positiva del cultivo en un suelo que sufre de salinidad, esto concuerda con Medina (2022) y Zambrano (2021), quienes reportaron resultados favorables mediante el uso de enmiendas orgánicas.

En cuanto al segundo objetivo, valorar la influencia de los tratamientos en la producción del cultivo de arroz, el tratamiento combinado T4 alcanzó el mayor peso de los 1000 granos de 28.90 y rendimiento 5388 kg/ha, superando considerablemente al testigo 24.04 g y 3570 kg/ha, respectivamente. Estos resultados coinciden con lo señalado por Zambrano (2019), declaró que la aplicación de fertilizantes orgánicos incrementó notablemente el rendimiento con valores de 5284,57 kg ha⁻¹ y mejores características agronómicas siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos. De igual manera, Zamora V, (2019), en su estudio, los resultados evidenciaron que la combinación de 10 kg/ha de silicio + 20 kg/ha de magnesio presentó la mejor respuesta agronómica, incrementando significativamente las variables de crecimiento: altura 109,0 cm, 510 macollos/m², 448 panículas/m². El mayor rendimiento y peso de 1000 granos

alcanzado fue de 6033,3 kg/ha y 26,0g, acompañado del mayor beneficio económico, concluyendo que la fertilización combinada de silicio y magnesio mejora el desempeño del arroz en condiciones de secano. De forma comparable, de este estudio demuestran que el uso conjunto de los dos productos beneficio el llenado de los granos y la productividad del cultivo en suelo salino.

El análisis beneficio/costo de los cuatro tratamientos evaluados en el cultivo de arroz. Los resultados indican que el tratamiento T4 (Ácidos húmicos + Diatomeas) presentó el mejor comportamiento económico en comparación con los demás tratamientos, ya que obtuvo el mayor rendimiento ajustado (4.849,2 kg/ha), equivalente a 53,8 sacas por tratamiento, generando los ingresos más altos con un valor de 1291,2 dólares. Sin embargo, a pesar de presentar mayores ingresos, todos los tratamientos reflejaron beneficios negativos debido a que los costos totales superaron a los ingresos obtenidos. El tratamiento T4 registró la menor pérdida económica con un beneficio de -220,2 dólares y una relación beneficio/costo de -0,40, siendo el valor más favorable dentro de los tratamientos evaluados. A comparación con el tratamiento testigo (T1) presentó el menor rendimiento ajustado (3.213 kg/ha), así como los ingresos más bajos (844,8 dólares), obteniendo la mayor pérdida económica con un beneficio de -610,8 dólares y una relación B/C de -1,73. Aunque ninguno de los tratamientos presento una rentabilidad neta positiva la aplicación combinada de ácidos húmicos y diatomeas (T4) permitió mejorar considerablemente el rendimiento y reducir las pérdidas económicas en comparación con el tratamiento testigo. Estos resultados concuerdan con Ponce (2019), quien reporto que el uso de Huminrich con dosis de 15,0 Kg/ha presentó mayor rendimiento del cultivo con 4534,0 kg/ha y mayor beneficio neto de \$ 139,76. Por otro lado Piedra (2019), determinó que las combinaciones de fosfito potásico con ácidos húmicos y fúlvicos, no obtuvieron los mayores rendimientos en el cultivo de arroz, mientras que el tratamiento Evergreen 1 L/ha maduró en mayor tiempo; las características agronómicas peso de 1000 granos (26,0 g), alcanzó mejores resultados con la aplicación de Evergreen, en dosis de 1,0 L/ha a los 20 y 40 días después del trasplante y al aplicar Evergreen, en dosis de 1,0 L/ha se alcanzó el mayor rendimiento del cultivo con 7541,7 kg/ha y beneficio neto de \$ 941,14/ha

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusión

La aplicación de tierra de diatomeas y ácidos húmicos influyó positivamente en el crecimiento vegetativo, del arroz (*Oryza sativa* L.) en suelo salino, reflejando mayor altura de planta y número de macollos a los 60 días después de la siembra en el tratamiento combinado (T4) en comparación con el testigo. Esto muestra que la interacción de ambos productos ayuda a mitigar los efectos negativos del estrés salino durante la fase vegetativa. Cabe indicar que la última aplicación de ácidos húmicos que se hizo a los 90 días fue realizada con la intención de poder mejorar el rendimiento del cultivo y que con esto el cultivo pueda soportar las elevadas concentraciones de sales que posee el suelo.

Respecto a los componentes productivos, el tratamiento combinado presentó mayor peso de 1000 granos y el mayor rendimiento (5388 kg/ha) superando los otros tratamientos. Esto afirma que la aplicación conjunta de tierra de diatomeas y ácidos húmicos mejoran la eficiencia del cultivo y beneficia al llenado de grano en condiciones difíciles para el cultivo. El análisis económico determinó que el tratamiento combinado obtuvo la mayor relación en cuanto a beneficio/costo (-0.40), si bien no hubo un retorno de la inversión fue el tratamiento con menos pérdida y ayudó a mejorar la producción del cultivo de arroz. Por lo tanto, la aplicación de los dos productos (tierra de diatomeas y ácidos húmicos) son una alternativa técnica y económica para productores de arroz en zonas afectadas por la salinidad.

Respecto al análisis de suelo, no se pudo ver resultados favorables en el experimento en reducir la salinidad del suelo en los tratamientos por motivo de la marea alta. Según la información que se obtuvo en la página del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMI), los días que se realizaron los riegos desde el 12 de diciembre del 2025 hasta el 25 de enero del 2026 que se tomó la muestra de suelo se reportó marea alta en la zona de Yaguachi, esto tuvo influencia ya que aunque la planta pudo tolerar el aumento de salinidad debido a la aplicación de los productos, el suelo se vio afectado y provocó el aumento de sales en el mismo.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda la aplicación combinada de tierra de diatomeas y ácidos húmicos en suelos con problemas de salinidad, debido a que esta interacción favoreció significativamente el crecimiento del cultivo de arroz, especialmente en la altura de planta y para estimular el macollamiento del arroz, alcanzando mejores resultados y una mayor optimización en el aprovechamiento de recursos por parte de la planta en comparación con el testigo. El uso conjunto de ambos productos contribuye a mejorar las condiciones físicas y biológicas del suelo, permitiendo un mayor desarrollo vegetativo del cultivo, y mejora la tolerancia del cultivo frente al estrés salino, incrementando la altura de planta y el número de macollos por planta.

Se recomienda la aplicación de tierra de diatomeas y ácidos húmicos durante las etapas de desarrollo y llenado de grano, debido a que el tratamiento combinado incrementó el peso de 1000 granos, mejorando la calidad y el llenado del grano y para incrementar el rendimiento del cultivo de arroz en suelos salinos

Desde el punto de vista económico, se recomienda el tratamiento combinado de tierra de diatomeas y ácidos húmicos, debido a que presentó el mayor beneficio neto y la mejor relación beneficio/costo entre los tratamientos evaluados. Aunque los costos de producción fueron elevados, y no hubo un retorno de lo invertido, el tratamiento combinado sigue siendo una alternativa viable para productores de arroz en zonas afectadas por salinidad.

Se recomienda hacer análisis de suelos antes de aplicar estos productos y también un análisis de agua ya que así se podrá tener toda la información ver cómo se puede mejorar para que la planta pueda tolerar mejor las sales con los productos aplicados puede mejorar el rendimiento

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, M. A. (2006). Origen, evolución y diversidad del arroz. *Agronomía Tropical*, 56(2), 151-170.
- Alba, D. A. (2023). valoración de la influencia de dos fertilizantes ricos en silicio sobre el crecimiento de plántulas de *Oryza sativa*. (*Doctoral dissertation, Tesis de grado*). Universidad de la Habana).
- Asamblea Nacional del Ecuador. (febrero de 2008). *Ministerio de Defensa Nacional del Ecuador*. Obtenido de Constitución de la República del Ecuador: https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2009). Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria. *Registro Oficial Suplemento 583*. Quito, Ecuador. Obtenido de <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019-04/LEY%20ORG%20NICA%20DEL%20R%20GIMEN%20DE%20LA%20SOBERAN%20ALIMENTARIA%20-%20LORSA.pdf>
- Banglione, L. (2011). Usos de la tierra diatomea. *Revista técnicaña*, 27, 31-32. Obtenido de https://saltonverde.com/wp-content/uploads/2015/tec_no27_2011_p33-34.pdf
- Barzola Ordinala, C. .. (2002). Efecto de las condiciones anaeróbicas del riego por inundación en la producción y emisión de metano del arroz (*Oryza sativa*). *Trabajo de titulación, Universidad Agraria del Ecuador*.
- Bauder, T. A., Waskom, R. M., Davis, J. G., & Sutherland, P. L. (2014). *Diagnosing saline and sodic soil problems*. Obtenido de Colorado State University Extension: <https://extension.colostate.edu/topic-areas/agriculture/diagnosing-saline-and-sodic-soil-problems-0-521/>
- Camasi Salinas, P. &. (2016). *Efecto de tres dosis de ácidos húmicos en tres distanciamientos de siembra en el rendimiento del cultivo del Aguaymanto (physalis peruviana l.) en condiciones de azangaro*. Obtenido de <https://repositorio.unh.edu.pe/items/dc6c9e66-357c-419b-8dab-503b17c6a484>
- Catuto Álvarez, C. G. (2020). Estudio comparativo de dos variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) y el uso de ceniza de arroz en el cantón Yaguachi. Trabajo de titulación de grado. *Universidad Agraria del Ecuador*.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. (2005). *Morfología de la Planta de Arroz*. Cali, Colombia. Obtenido de https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture/Culture-plantes-alimentaires/FICHES_PLANTES/riz/Morfologia_planta_arroz.pdf?utm_source=chatgpt.com

- Cobos M, .. F. (2022). Identificación de líneas tolerantes en poblaciones segregantes de arroz como alternativa en el manejo sustentable de suelos degradados por salinidad.
- Degiovanni Beltramo, V. M. (2010). Origen, taxonomía, anatomía y morfología de la planta de arroz (*Oryza sativa* L.). *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*, 35-59.
- Degiovanni Beltramo, V. M. (2010). Origen, taxonomía, anatomía y morfología de la planta de arroz (*Oryza sativa* L.). *Producción eco-eficiente del arroz en América Latina . Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*, 35-59. Obtenido de <https://cgspace.cgiar.org/items/95d5758c-86f3-4539-86a4-7dac75d9897c>
- Efectos de la aplicación de tres abonos orgánicos comerciales en las características agronómicas y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). (2019). *UTEQ*.
- FAO. (1988). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de Rice in human nutrition: Chapter 3 – The plant and its cultivation: <https://www.fao.org/4/x5871e/x5871e04.htm>
- Federación Nacional de Arroceros. (2018). Cartilla de fisiología del cultivo del arroz. Obtenido de https://fedearroz-website.s3.amazonaws.com/media/documents/cartilla_fisiologia.pdf
- Fernández, F., Vergara, B. S., Yapit, N., & García, O. (sf). *Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz*. Bogota: AGROSAVIA. Obtenido de https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/29848/27303_15808.pdf;jsessionid=CABA244478EAB29BCCE9A3F2141E1BB7?sequence=1
- Guridi-Izquierdo, F. C.-G.-B.-B.-B. (2017). Los ácidos húmicos de vermicompost protegen a plantas de arroz (*Oryza sativa* L.) contra un estrés hídrico posterior. *Cultivos Tropicales*, 38(2), 53-60.
- Hernández, R. G. (2012). Protección antioxidativa de los ácidos húmicos extraídos de vermicompost en arroz (*Oryza sativa* L.) var. IACuba30. *Revista de Protección Vegetal*, 27(2), 102-110.
- Hernández, R. R. (2018). Efectos anti estrés de ácidos húmicos de vermicompost en dos cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.). *Cultivos Tropicales*, 39(2), 49–56.
- InfoAgro. (s.f.). *El cultivo del arroz*. Obtenido de InfoAgro: <https://infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>
- Jarma, A. D. (2010). Índices fisiotécnicos, fases de crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz. *Centro Internacional de Agricultura Tropical*

- (CIAT), 60-82. Obtenido de <https://cgspace.cgiar.org/items/009e3acb-2126-4920-beb1-df5be7324e75>
- Jimenez, M. B. (2021). Importancia de los factores climáticos en el cultivo de arroz: Importance of climate factors in rice crop. *Ciencias y tecnología agropecuaria*, 6(1), 28-34.
- Lamz Piedra, A. &. (2013). La salinidad como problema en la agricultura: la mejora vegetal una solución inmediata. *Cultivos tropicales*, 34(4), 31-42. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362013000400005&script=sci_arttext&tlng=pt
- M, C. (2022). Identificación de líneas tolerantes en poblaciones segregantes de arroz como alternativa en el manejo sustentable de suelos degradados por salinidad.
- Mata-Fernández, I. R.-G.-B.-C. (2014). Dinámica de la salinidad en los suelos. *Revista Digital del Departamento El Hombre y su Ambiente*, 1(5), 26-35.
- Medina Litardo, R. (2022). Alternativas tecnológicas para mitigar efectos de salinidad en el arroz (*Oryza sativa* L.) en San Jacinto de Yaguachi, Ecuador. *Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima*. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5949>
- Mesa, D. (2003). Obtención de plantas resistentes a la salinidad para los suelos salinos cubanos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 37(3), 217-226.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (enero de 2018). *Ministerio del Ambiente del Ecuador*. Obtenido de Código Orgánico del Ambiente: https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf
- Moran, E. E. (2021). EFECTO DEL SILICIO COMO COMPLEMENTO EDÁFICO EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA SOCA EN EL CULTIVO DE ARROZ POR INUNDACIÓN. (*Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR*). Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CARLOS%20MORAN%20ERICK%20EDUARDO.pdf>
- Moreira, D. A.-S.-P.-P. (2022). Efecto de la inclusión de diatomeas (*bacillariophyceae* sp.) en las primeras etapas de desarrollo vegetal del cultivo de nabo chino (*brassica rapa*). *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 3088–3100.
- Paredes, C. M.-Ñ. (2021). Tolerancia al frío en el cultivo del arroz en el mundo. En *100 años del cultivo del arroz en Chile en un contexto internacional 1920-2020* (Vol. Tomo I, págs. p. 188-214). Chillán (Chile): Instituto de

- Investigaciones Agropecuarias: Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Obtenido de <https://cgspace.cgiar.org/items/23cc4a88-7449-43ee-ba94-cdce9fe3bc57>
- Pérez-Domínguez, G. P.-R.-V.-G.-P.-G.-M. (2021). El estrés salino en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L). Papel de los oligogalacturónidos como protectores de las plantas. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44(3), 283–295. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802021000300283&script=sci_arttext
- Pérez-Porras, W. E., Flores-Marquez, R., Calero-Rios, E., Arévalo-Aranda, Y., & Solórzano-Acosta, R. (2024). *MANUAL DE APLICACIÓN DE ENMIENDAS PARA SUELOS SALINOS Y SÓDICOS (1.ª ed. digital)*. Lima: Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).
- Piedra T, S. M. (2019). Efecto de la combinación de fosfito potásico con ácidos húmicos y fúlvicos, sobre el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) de secano. *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO*. Obtenido de <https://dspace.utb.edu.ec/items/92155e8f-f3f9-4324-93b8-748ca4d0a769>
- Pinargote González, J. L. (2023). Evaluación agronómica y productiva de diferentes variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) mediante aplicación de riegos controlados. [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador].
- Ponce de la cruz, I. A. (2019). Comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), mediante la aplicación de ácidos húmicos en suelos salinos, en la zona de Yaguachi. *Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB*. Obtenido de <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6105>
- Rodríguez Ledesma, N. D. (2009). Efecto del estrés salino en el crecimiento y contenido relativo del agua en las variedades IR-43 y amazonas de *Oryza sativa* "arroz"(Poaceae). *Arnaldoa*, 26(3), 931-942.
- Salas Gonzáles, E. (2023). Efecto de tierras diatomea en el rendimiento y calidad de granos de dos variedades de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de campo, andenes - Zurite, Anta. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].
- Sandhya, K. P.-D. (2018). Diatomaceous earth as source of silicon on the growth and yield of rice in contrasted soils of Southern India. *ournal of Soil Science and Plant Nutrition*,, 18(2), 565–584.
- Singh, B. K. (2002). Fertilización foliar de cultivos con ácidos húmicos. En *Memoria curso de fertilización foliar* (pág. 101). Lima : Libros Agronómicos.
- Vargas, J. P. (2010). El arroz y su medio ambiente. *Producción eco-eficiente del arroz en América Latina* . Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT),

83-99. Obtenido de <https://cgspace.cgiar.org/items/209bb22d-30ee-43da-ae64-05e6e6c38393>

Zambrano Bravo, A. M. (2021). Influencia de las sustancias húmicas en el desarrollo inicial de dos variedades de arroz, sometidas a estrés salino. *Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena*. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/items/f55386fd-7cf9-405f-bcf9-a24144bca46a>

Zambrano Ochoa, D. Y. (2019). Efectos de la aplicación de tres abonos orgánicos comerciales en las características agronómicas y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/ca6efc31-6d7b-408e-b9b9-2fa91236d520>



Zamora Vaca, F. (17 de marzo de 2014). Evaluación del efecto a la aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *itálica*) [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. [*Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato*]. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/items/95559d01-8822-4ce8-a763-55e9db44aab8>

Zamora Valero, C. M. (2019). Respuesta agronómica del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), a la aplicación de fertilizantes con Silicio y Magnesio, en condiciones de secano. *Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB*. Obtenido de <https://dspace.utb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6ce82fac-a0bf-419f-85b5-4a39a9972d6a/content>

ANEXOS

Anexo 1.
Análisis de suelo inicial.

ESTACIÓN EXPERIMENTAL LITORAL SUR
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 26 Vía Duran - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador
Teléfono: 042724260 fax: 042724261 e-mail: labruelos.els@iniap.gob.ec

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD			DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre	JADWIN SINYA ALFARADO VELASQUEZ	Nombre	AGUIERE	Informe N°	0032 - 25	Factura N°	10973	
Dirección	N/E	Provincia	GUAYAS	Resp/ Muestras	Ciente	Fecha/Análisis	27/8/2025	
Ciudad	YAGUACHI	Cantón	YAGUACHI	Fecha/ Muestras	18/8/2025	Fecha/Emisión	28/8/2025	
Teléfono	0933648274	Parroquia	YAGUACHI	Fecha/ Ingreso	20/8/2025	Fecha/Impresión	2/9/2025	
Fax	N/E	Ubicación	SAN MARTIN DE POROSES	Coord. Ambientales:	TC: 26 %H: 58	Cultivo Actual	FRIO	

REPORTE DE ANALISIS DE SALINIDAD EN EXTRACTO DE PASTA DE SUELOS

N° Laboratorio	Identificación del Lote	pH	Ca		Na		Mg		K		Suma		mg/L				BAS(*)	PSR†	
			C.E.	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	CO ₃ ²⁻	CO ₃ H ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻			
01614	MUESTRA 1	8.0	3.20	178.86	8.94	329.04	14.28	113.40	9.30	4.58	0.12	625.88	32.64	ND	1.02	21.00	9.40	5	5

C.E. (dS/m)	** INTERPRETACIÓN
0 - 2.0	Suelo no salino, efecto de sales despreciables.
2.1 - 4.0	Suelo ligeramente salino, puede reducirse las cosechas de cultivos sensibles.
4.1 - 8.0	Suelo salino, se reducen las cosechas de numerosos cultivos.
Más de 8	Suelo muy salino.

Prescripciones de Elementos en Análisis Químico de Extracto de Pasta Suelos

Determinación	Prescripción de Tiempo	C-D-Q	Método de Referencia	Unidad
pH	PS-2.5-01		Método EPA 19.2	
Conductividad Eléctrica	PS-2.5-02		Standard Methods 2500-EPa	Electrolitos
Sodio	PS-2.5-03	16%	Método EPA 271.1	
Potasio	PS-2.5-04	16%	Método EPA 298.1	
Calcio	PS-2.5-05	16%	Método EPA 203.1	
Magnesio	PS-2.5-06	16%	Método EPA 203.1	

C.E. = conductividad eléctrica (ds/m)

*C.E. = Menor al Límite de Cuantificación

Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a (a) muestra(s) sometida(s) al ensayo, tal como fueron recibidas en el Laboratorio.

El Laboratorio no realiza la toma de muestra. La información relacionada con la toma de la muestra fue proporcionada por el cliente.

El Laboratorio no se responsabiliza de la exactitud de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados del presente informe.

Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación otorgada al IAG.

(**) Los siglones, interpretaciones, etc., de ensayos basados en la Clasificación de la Salinidad de Suelos por ICI SALINITY Lab-STAFF

(†) Los valores de PSI y BSI se han calculado efectuando según normogramas de suelos salinos y salinos-sódicos No. 48

Se permite la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad.



Activar Windows
Vea a Configuración de Windows para activar Windows



Elaborado por: El autor, 2026

Ultimo análisis de suelo

ESTACIÓN EXPERIMENTAL LITORAL SUR
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 26 Vía Duran - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador
Teléfono: 042724260 fax: 042724261 e-mail: labruelos.els@iniap.gob.ec

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD			DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre	JADWIN SINYA ALFARADO VELASQUEZ	Nombre	AGUIERE	Informe N°	00160 - 26	Factura N°	11254	
Dirección	N/E	Provincia	GUAYAS	Resp/ Muestras	Ciente	Fecha/Análisis	5/3/2026	
Ciudad	N/E	Cantón	YAGUACHI	Fecha/ Muestras	26/3/2026	Fecha/Emisión	12/3/2026	
Teléfono	N/E	Parroquia	YAGUACHI	Fecha/ Ingreso	28/3/2026	Fecha/Impresión	12/3/2026	
Fax	N/E	Ubicación	N/E	Coord. Ambientales:	TC: 27.4 %H: 56.3	Cultivo Actual	8892	

REPORTE DE ANALISIS DE SALINIDAD EN EXTRACTO DE PASTA DE SUELOS

N° Laboratorio	Identificación del Lote	pH	Ca		Na		Mg		K		Suma		mg/L				BAS(*)	PSR†	
			C.E.	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	CO ₃ ²⁻	CO ₃ H ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻			
02064	TRATAMIENTO Z	8.2	7.59	450.10	32.51	689.44	21.24	281.01	23.04	14.86	0.38	1435.41	77.17					4	4
02065	TRATAMIENTO J	8.1	3.58	228.06	11.40	281.13	12.20	107.10	8.78	0.98	0.23	625.27	32.62					4	4
02066	TRATAMIENTO J	8.2	6.62	526.70	26.34	504.67	21.90	246.28	28.19	14.47	0.37	1292.12	64.80					5	5

C.E. (dS/m)	** INTERPRETACIÓN
0 - 2.0	Suelo no salino, efecto de sales despreciables.
2.1 - 4.0	Suelo ligeramente salino, puede reducirse las cosechas de cultivos sensibles.
4.1 - 8.0	Suelo salino, se reducen las cosechas de numerosos cultivos.
Más de 8	Suelo muy salino.

Prescripciones de Elementos en Análisis Químico de Extracto de Pasta Suelos

Determinación	Prescripción de Tiempo	C-D-Q	Método de Referencia	Unidad
pH	PS-2.5-01		Método EPA 19.2	
Conductividad Eléctrica	PS-2.5-02		Standard Methods 2500-EPa	Electrolitos
Sodio	PS-2.5-03	16%	Método EPA 271.1	
Potasio	PS-2.5-04	16%	Método EPA 298.1	
Calcio	PS-2.5-05	16%	Método EPA 203.1	
Magnesio	PS-2.5-06	16%	Método EPA 203.1	

C.E. = conductividad eléctrica (ds/m)

*C.E. = Menor al Límite de Cuantificación

Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a (a) muestra(s) sometida(s) al ensayo, tal como fueron recibidas en el Laboratorio.

El Laboratorio no realiza la toma de muestra. La información relacionada con la toma de la muestra fue proporcionada por el cliente.

El Laboratorio no se responsabiliza de la exactitud de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados del presente informe.

Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación otorgada al IAG.

(**) Los siglones, interpretaciones, etc., de ensayos basados en la Clasificación de la Salinidad de Suelos por ICI SALINITY Lab-STAFF

(†) Los valores de PSI y BSI se han calculado efectuando según normogramas de suelos salinos y salinos-sódicos No. 48

Se permite la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad.

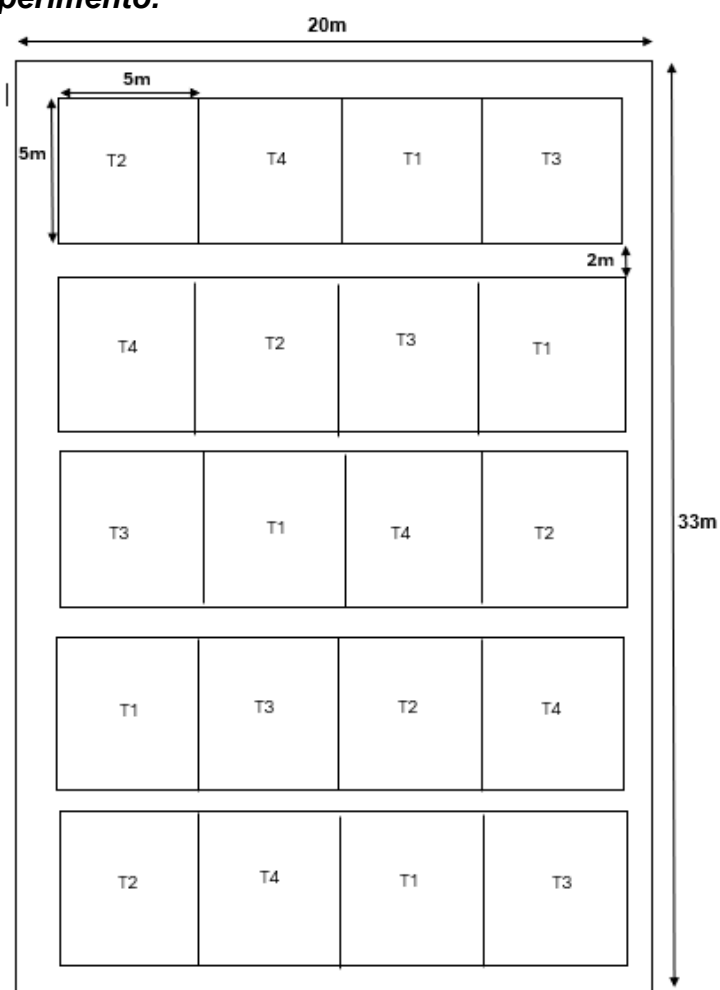
Los datos marcados con asterisco y subrayados son proporcionados por el cliente.

Activar Windows
Vea a Configuración de Windows para activar Windows



Elaborado por: El autor, 2026

Anexo 2.
Croquis del experimento.



Elaborado por: Alvarado, 2026

Anexo 3.
Tabla de resumen

TRATAMIENTO	REPETICION	ALTURA-15	ALTURA-30	ALTURA-45	ALTURA-60	Macollo 45-60	PESO DE 1000 SEMILLAS	RENDIMIENTO KG/HA
T1: TESTIGO	1	11,5	19,4	39,0	54,2	3,6	24,1	3650,0
T2: DIATOMEAS	1	13,5	27,3	42,0	70,6	4,1	26,5	4410,0
T3: AHUMICOS	1	12,7	32,4	44,0	70,4	4,3	26,1	4350,0
T4: AHYD	1	13,6	29,3	58,1	75,6	4,5	28,5	5380,0
T1: TESTIGO	2	10,5	18,6	38,0	54,4	3,7	23,2	3420,0
T2: DIATOMEAS	2	12,6	26,1	42,5	70,8	4,3	27,8	4620,0
T3: AHUMICOS	2	12,2	29,0	46,5	70,5	4,5	27,2	4580,0
T4: AHYD	2	13,1	29,1	57,2	75,8	4,7	29,4	5510,0
T1: TESTIGO	3	10,9	25,3	38,0	53,2	3,5	24,8	3710,0
T2: DIATOMEAS	3	13,2	28,5	41,8	69,7	4,2	25,6	4280,0
T3: AHUMICOS	3	12,0	30,3	44,1	71,0	4,3	25,2	4190,0
T4: AHYD	3	12,3	31,2	57,7	75,0	4,6	27,9	5150,0
T1: TESTIGO	4	12,5	23,1	37,1	53,2	3,4	24,4	3590,0
T2: DIATOMEAS	4	13,5	28,0	42,0	70,0	4,2	27,2	4550,0
T3: AHUMICOS	4	11,6	30,3	44,2	70,1	4,4	26,7	4480,0
T4: AHYD	4	12,9	35,1	58,1	76,1	4,5	30,1	5620,0
T1: TESTIGO	5	11,7	18,2	39,0	54,3	3,4	23,7	3480,0
T2: DIATOMEAS	5	13,5	25,8	42,2	70,5	4,2	26,4	4390,0
T3: AHUMICOS	5	12,7	31,5	44,0	70,1	4,5	25,9	4290,0
T4: AHYD	5	13,6	30,0	58,5	75,5	4,6	28,6	5280,0

Elaborado por: Alvarado, 2026

Anexo 4.
Apertura de canal de riego.



Elaborado por: El autor, 2026

Anexo 5.
Medición y establecimiento del terreno



Elaborado por: El autor, 2026

Anexo 6.
Realización de muros



Elaborado por: El autor, 2026

Anexo 7.
Implementación del experimento.



Elaborado por: El autor, 2026

Anexo 8.
Productos (T. Diatomeas y A. Húmicos)

TIERRA DE DIATOMEAS

Silicio (SiO ₂)	98%
Sodio (Na ₂ O)	0,3%
Cloro (Cl)	0,1%
Hierro (Fe)	0,03%
Zinc (Zn)	0,01%
Boro (B)	0,01%
Cobre (Cu)	0,01%
Manganeso (Mn)	0,01%
Cobalto (Co)	0,002%
Molibdeno (Mo)	0,001%
Itanio (Ba)	0,001%
Titonio (Ti)	0,001%
Estroncio (Sr)	0,001%
Zirconio (Zr)	0,001%
Gaio (Ga)	0,001%
Vanadio (V)	0,001%

M400

Humigol
ACTIVO

100% SOLUBLE

ÁCIDOS HÚMICOS CONCENTRADOS

SOLUBLE EN TODOS LOS MEDIOS

MEJORA LAS PROPIEDADES DEL SUELO.

ASIMILA NUTRIENTES DE FORMA MÁS EFECTIVA.

80% Ácidos Húmicos

WAYRA
20 Kg
La Colina

Humigol
ACTIVO

Elaborado por: Alvarado, 2026

Anexo 9.
Aplicación de tierra de diatomeas



Elaborado por: El autor, 2026

Anexo 10.
Siembra semilla reciclada Feron



Elaborado por: El autor, 2026

Anexo 11.
Area experimental establecida.



Elaborado por: El autor, 2026

Anexo 12.
Toma de altura de planta a los 30 días.



Elaborado por: El autor, 2026

Anexo 13.
Aplicación de los productos a los 30 días.



Elaborado por: El autor, 2026

Anexo 14.
Toma de altura de planta a los 45 días.



Elaborado por: El autor, 2026

Anexo 15.
Aplicación de los productos a los 60 días.



Elaborado por: El autor, 2026

Anexo 16.
Toma de muestra (Análisis de suelo).

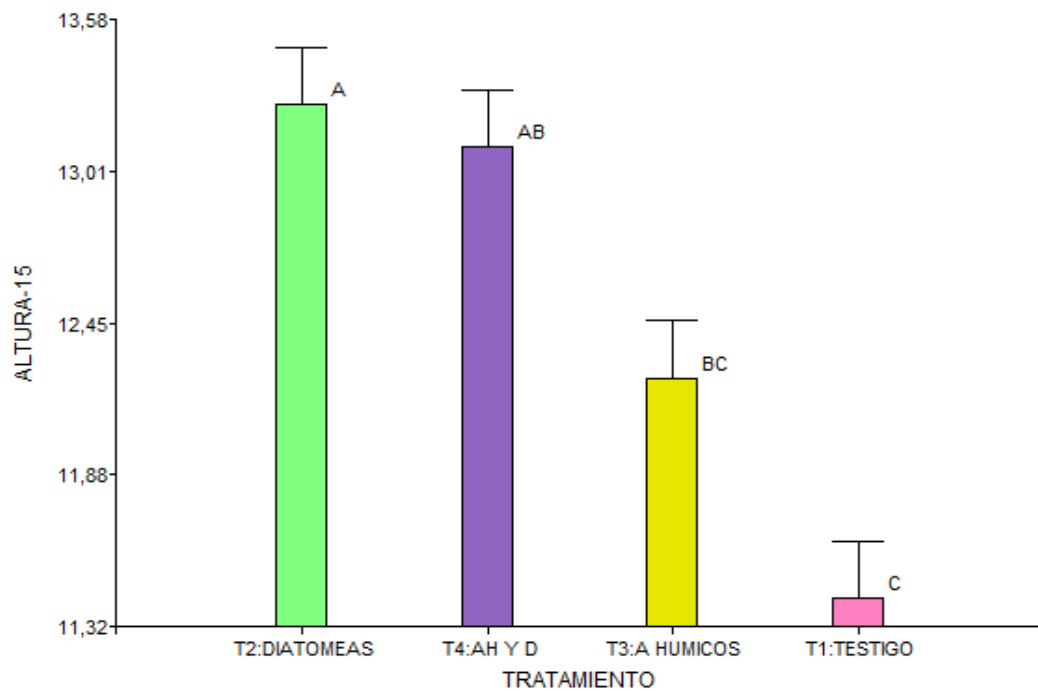


Elaborado por: El autor, 2026

Anexo 17.
Visita del Docente tutor.



Elaborado por: El autor, 2026

Figuras 1.**Altura de planta (cm) a los 15 días****ALTURA-15**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA-15	20	0,83	0,73	3,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13,18	7	1,88	8,29	0,0008
TRATAMIENTO	10,86	3	3,62	15,94	0,0002
REPETICION	2,33	4	0,58	2,56	0,0927
Error	2,73	12	0,23		
Total	15,91	19			

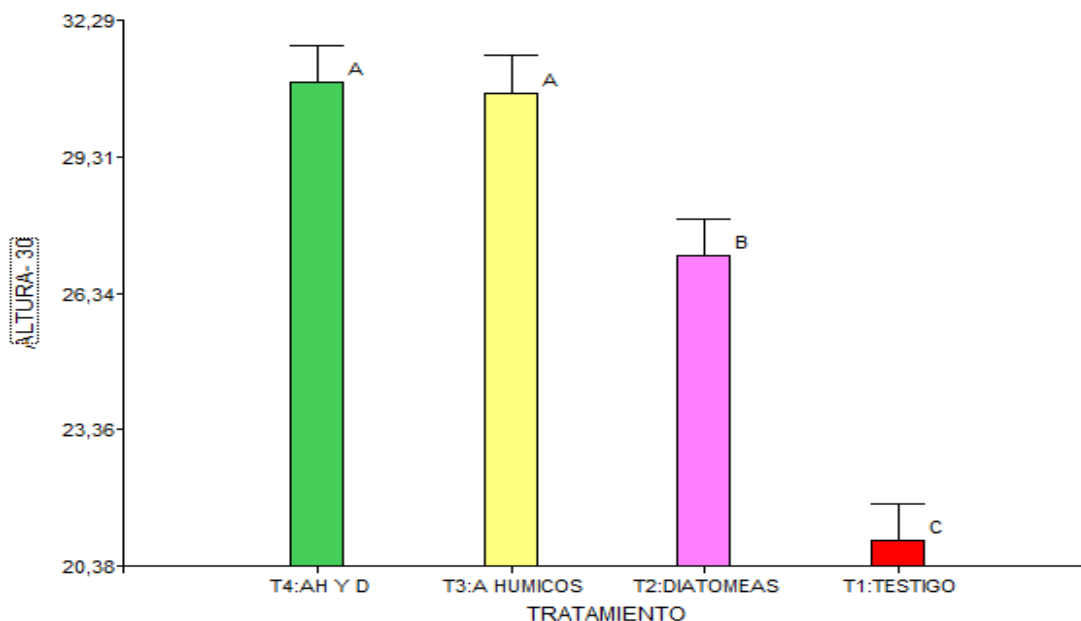
Test:Bonferroni Alfa=0,05 DMS=0,95017

Error: 0,2271 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T2: DIATOMEAS	13,26	5	0,21	A
T4: AH Y D	13,10	5	0,21	A B
T3:A HUMICOS	12,24	5	0,21	B C
T1: TESTIGO	11,42	5	0,21	C

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

Elaborado por: Alvarado, 2026

Figuras 2.**Altura de planta (cm) a los 30 días**

Elaborado por: El autor, 2026

ALTURA- 30

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA- 30	20	0,90	0,84	6,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	363,52	7	51,93	15,79	<0,0001
TRATAMIENTO	327,39	3	109,13	33,19	<0,0001
REPETICION	36,14	4	9,03	2,75	0,0782
Error	39,46	12	3,29		
Total	402,98	19			

Test:Bonferroni Alfa=0,05 DMS=3,61561

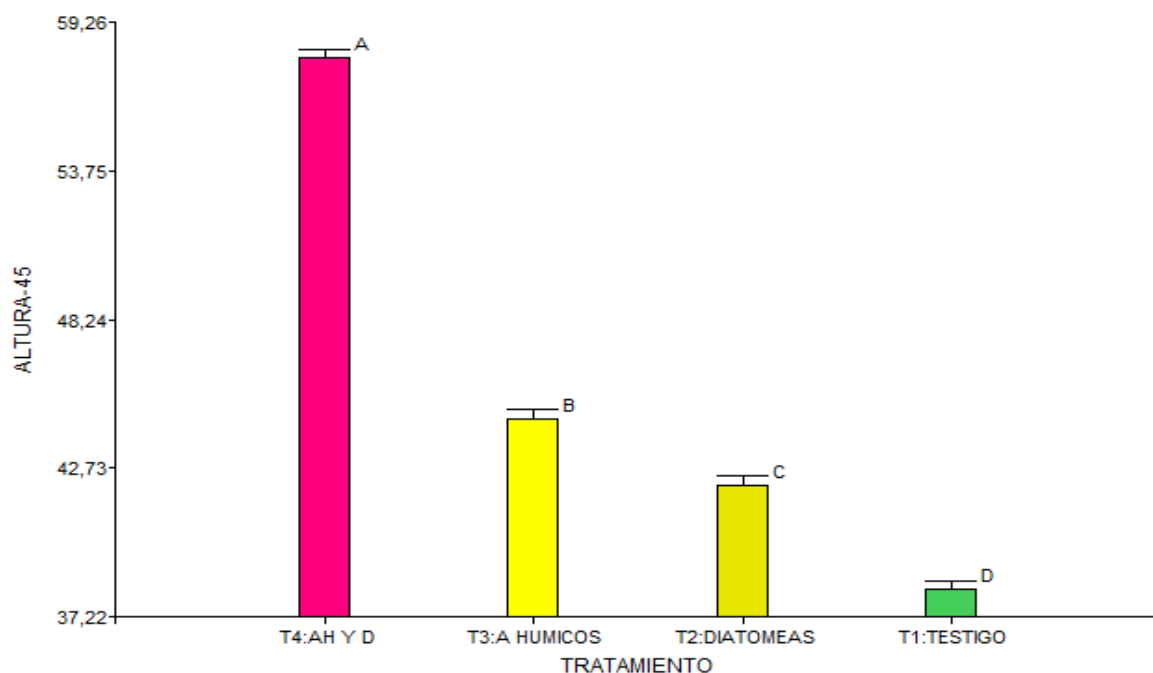
Error: 3,2881 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T4: AH Y D	30,94	5	0,81	A
T3: A HUMICOS	30,70	5	0,81	A B
T2: DIATOMEAS	27,14	5	0,81	B
T1: TESTIGO	20,92	5	0,81	C

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

Elaborado por: El autor, 2026

Figuras 3.
Altura de planta (cm) a los 45 días



Elaborado por: El autor, 2026

ALTURA-45

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA-45	20	0,99	0,99	1,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1099,26	7	157,04	269,86	<0,0001
TRATAMIENTO	1097,69	3	365,90	628,78	<0,0001
REPETICION	1,57	4	0,39	0,67	0,6237
Error	6,98	12	0,58		
Total	1106,24	19			

Test:Bonferroni Alfa=0,05 DMS=1,52104

Error: 0,5819 gl: 12

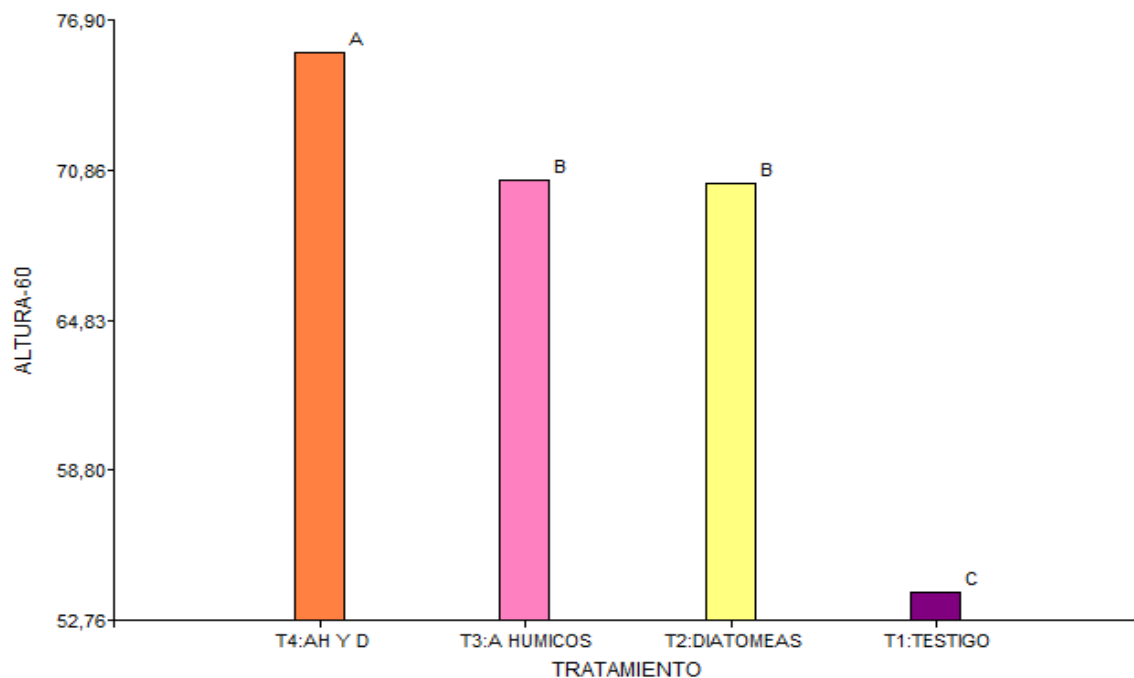
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T4: AH Y D	57,92	5	0,34	A
T3:A HUMICOS	44,56	5	0,34	B
T2: DIATOMEAS	42,10	5	0,34	C
T1: TESTIGO	38,22	5	0,34	D

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

Elaborado por: El autor, 2026

Figuras 4.

Altura de planta (cm) a los 60 días



Elaborado por: El autor, 2026

ALTURA-60

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA-60	20	1,00	1,00	0,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1341,75	7	191,68	957,19	<0,0001
TRATAMIENTO	1340,64	3	446,88	2231,61	<0,0001
REPETICION	1,10	4	0,28	1,38	0,2986
Error	2,40	12	0,20		
Total	1344,15	19			

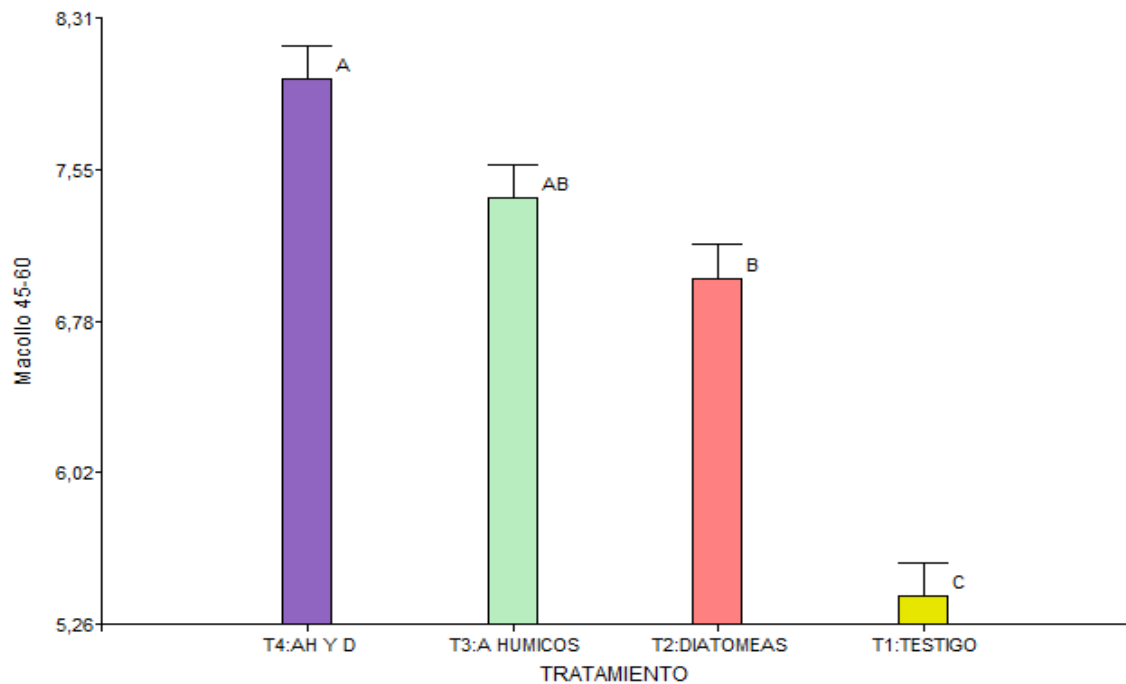
Test:Bonferroni Alfa=0,05 DMS=0,89227

Error: 0,2002 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T4: AH Y D	75,60	5	0,20	A
T3:A HUMICOS	70,42	5	0,20	B
T2: DIATOMEAS	70,32	5	0,20	B
T1: TESTIGO	53,86	5	0,20	C

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

Elaborado por: El autor, 2026

Figuras 5.**Numero de macollo 60 dias**

Elaborado por: El autor, 2026

Macollo 45-60

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Macollo 45-60	20	0,92	0,87	5,42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19,25	7	2,75	19,41	<0,0001
TRATAMIENTO	18,55	3	6,18	43,65	<0,0001
REPETICION	0,70	4	0,17	1,24	0,3473
Error	1,70	12	0,14		
Total	20,95	19			

Test:Bonferroni Alfa=0,05 DMS=0,75049

Error: 0,1417 gl: 12

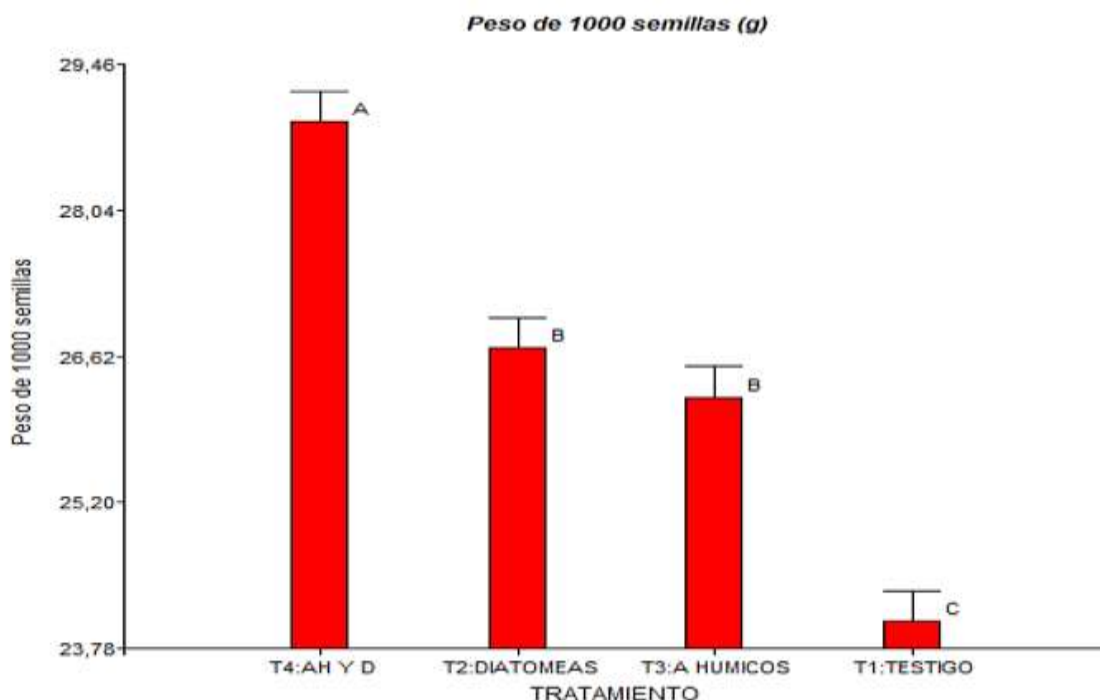
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T4: AH Y D	8,00	5	0,17	A
T3:A HUMICOS	7,40	5	0,17	A B
T2: DIATOMEAS	7,00	5	0,17	B
T1: TESTIGO	5,40	5	0,17	C

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

Elaborado por: El autor, 2026

Figuras 6.

Peso de 1000 semillas (g)



Elaborado por: El autor, 2026

Peso de 1000 semillas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de 1000 semillas	20	0,92	0,88	2,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	63,89	7	9,13	20,47	<0,0001
TRATAMIENTO	59,63	3	19,88	44,56	<0,0001
REPETICION	4,27	4	1,07	2,39	0,1086
Error	5,35	12	0,45		
Total	69,25	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,25399

Error: 0,4460 gl: 12

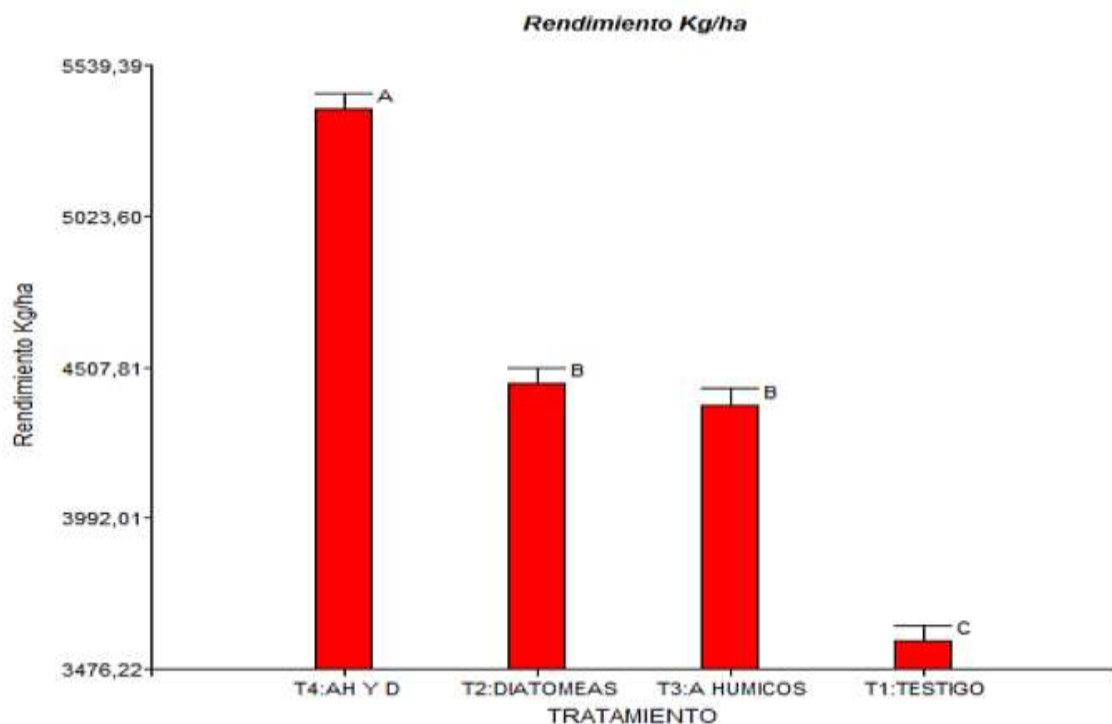
TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T4: AH Y D	28,90	5	0,30	A
T2: DIATOMEAS	26,70	5	0,30	B
T3:A HUMICOS	26,22	5	0,30	B
T1: TESTIGO	24,04	5	0,30	C

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

Elaborado por: El autor, 2026

Figuras 7.

Rendimiento (Kg/ha)



Elaborado por: El autor, 2026

Rendimiento Kg/ha

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento Kg/ha	20	0,98	0,96	2,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8459925,00	7	1208560,71	72,83	<0,0001
TRATAMIENTO	8296895,00	3	2765631,67	166,66	<0,0001
REPETICION	163030,00	4	40757,50	2,46	0,1023
Error	199130,00	12	16594,17		
Total	8659055,00	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=241,88195

Error: 16594,1667 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	Significance
T4: AH Y D	5388,00	5	57,61	A
T2: DIATOMEAS	4450,00	5	57,61	B
T3:A HUMICOS	4378,00	5	57,61	B
T1: TESTIGO	3570,00	5	57,61	C

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

Elaborado por: El autor, 2026