

## EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA, IONES SULFATOS EN SUELOS SALINOS EN EL CRECIMIENTO DE (*Oriza sativa L*)

Tyrone Antonio Zambrano-Barcia<sup>1\*</sup>, Joffre Carmelo Menendez-Cevallos<sup>1</sup>, Renato Jonnathan Mendieta-Vivas<sup>1</sup>, Jacinto Atanacio Andrade Almeida<sup>1</sup>, Pablo Segundo Zamora Macias<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Laica Eloy Alfaro de Manta, Facultad de Ingeniería Agropecuaria, Extensión Pedernales.

\*Dirección para correspondencia: [tyrone.zambrano@uleam.edu.ec](mailto:tyrone.zambrano@uleam.edu.ec)

Fecha de Recepción: 15/10/2024

Fecha de Aceptación: 20/11/2024

Fecha de Publicación: 22/01/2025

### Resumen

La salinización del suelo es una problemática a nivel mundial, regional, y local para la agricultura, ya que provoca la degradación de las propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo, esta investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de diferentes niveles de materia orgánica, iones sulfatos en la nutrición, el mejoramiento de las condiciones del suelo y el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*). Se realizaron análisis de propiedades físicas, químicas del suelo, mediciones biométricas de altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas, para lo cual se utilizó un diseño (DBCA) y prueba de Tukey, con nivel de significancia de  $p < 0.05$ . Para analizar los resultados se utilizó el software Infostat. Las muestras de suelo se tomaron de Crucita-Correagua, Manabí, Ecuador, utilizando semillas de la variedad INIAP 18. El análisis químico del suelo reveló un pH 7.24, con una saturación (PSI) 23.86 %. El tratamiento que incorporó 40 t ha<sup>-1</sup> de materia orgánica (T5) presentó mayor (CICE), alcanzando valores de 36.77 cmol/dm<sup>3</sup>. El tratamiento T1, los niveles de nitrógeno (N), potasio (K<sup>+</sup>) y azufre (S) fueron adecuados, con valores de 3.11 %, 1.52 % y 0.26 %, respectivamente. Los elementos calcio (Ca<sup>2+</sup>), fósforo (P) y magnesio (Mg<sup>2+</sup>) mostraron niveles superiores en rangos recomendados, aunque sin ocasionar problemas fisiológicos en las plantas. Por otro lado, los micronutrientes cobre (Cu<sup>2+</sup>), boro (B), hierro (Fe<sup>3+</sup>), zinc (Zn<sup>2+</sup>), manganeso (Mn<sup>2+</sup>) se encontraron dentro de los rangos óptimos, con valores de 11.00 ppm, 12.30 ppm, 232.00 ppm, 37.00 ppm y 66.00 ppm, respectivamente. Se concluye que el uso de fertilizantes con sulfatos en el tratamiento T1 no afectó significativamente el pH, manteniéndose en 7.20, lo que demuestra que estos iones mantienen el equilibrio de los radicales H<sup>+</sup> y OH<sup>-</sup> permitiendo que las plantas tengan una adecuada nutrición y un mejor crecimiento.

**Palabras claves:** CICE, materia orgánica, suelos alcalinos, sulfatos

IDs Orcid:

Tyrone Antonio Zambrano Barcia: <http://orcid.org/0000-0002-4497-0197>

Joffre Carmelo Cevallos Menéndez: <http://orcid.org/0000-0001-8023-65555>

Renato Jonathan Mendieta Vivas: <http://orcid.org/0000-0002-9065-2939>

Jacinto Atanacio Andrade Almeida: <http://orcid.org/0000-0001-6817-470X>

Pablo Segundo Zamora Macias: <http://orcid.org/0000-0002-7389-6288>

**Artículo científico:** Evaluación del efecto de la materia orgánica, Iones Sulfatos en suelos Salinos En el crecimiento de (*Oriza Sativa L*)

Publicación Semestral. Vol. 4, No. 1, enero - junio 2025, Ecuador (p. 1-18)

## EVALUATION OF THE EFFECT OF ORGANIC MATTER, SULFATE IONS IN SALINE SOILS ON THE GROWTH OF (*Oryza sativa L*)

---

### Abstract

Soil salinization is a global, regional and local problem for agriculture, since it causes the degradation of physical, chemical and mechanical properties of soil. The objective of this research was to evaluate the effect of different levels of organic matter and sulfate ions on nutrition, the improvement of soil conditions and the yield of rice (*Oryza sativa L.*). Analyses of physical and chemical properties of the soil, biometric measurements of plant height, stem diameter, number of leaves were performed, for which a design (DBCA) and Tukey's test were used, with a significance level of  $p < 0.05$ . To analyze the results, the Infostat software was used. Soil samples were taken from Crucita-Correagua, Manabí, Ecuador, using seeds of the INIAP 18 variety. The Chemical analysis of the soil revealed a pH of 7.24, with a saturation (PSI) of 23.86 %. The treatment that incorporated 40 t ha<sup>-1</sup> of organic matter (T5) presented higher (CICE), reaching values of 36.77 cmol/dm<sup>3</sup>. In the T1 treatment, the levels of nitrogen (N), potassium (K<sup>+</sup>) and sulfur (S) were adequate, with values of 3.11 %, 1.52 % and 0.26 %, respectively. The elements calcium (Ca<sup>2+</sup>), phosphorus (P) and magnesium (Mg<sup>2+</sup>) showed higher levels in recommended ranges, although without causing physiological problems in plants. On the other hand, the micronutrients copper (Cu<sup>2+</sup>), boron (B), iron (Fe<sup>3+</sup>), zinc (Zn<sup>2+</sup>), manganese (Mn<sup>2+</sup>) were within the optimal ranges, with values of 11.00 ppm, 12.30 ppm, 232.00 ppm, 37.00 ppm and 66.00 ppm, respectively. It is concluded that the use of sulfate fertilizers in the T1 treatment did not significantly affect the pH, remaining at 7.20, which shows that these ions maintain the balance of H<sup>+</sup> and OH<sup>-</sup> radicals, allowing plants to have adequate nutrition and better growth.<sup>3</sup>

**Keywords:** CICE, organic matter, alkaline soils, sulfates

## 1. INTRODUCCIÓN

Según la Organización de las Naciones Unidas (2000) y Barreto (2019) estiman que más de 800 millones de hectáreas en el mundo están afectadas por la sal, de los cuales 397 millones enfrentan problemas relacionados con la salinidad, causadas por el incremento de la conductividad eléctrica (CE), sales aniónicas y 434 millones condiciones asociadas a la sodicidad, causada por el PSI (Na) sodio, con fuentes a fines al empleo descomunal de fertilizantes a base del cloro, uso de agua con grandes cantidades de sales, drenaje inadecuado y tala indiscriminada de bosques. Por tal razón la salinización/sodificación sumadas conjuntamente, se expanden cerca del 5% del suelo y la capa terrestre de la región Centro y Sudamericana.

La Organización de las Naciones Unidas manifiesta que, las principales áreas de producción en el Ecuador son las provincias de Manabí, Guayas y Santa Elena; entre estas, las más perjudicadas por salinización están ubicadas en la provincia de Santa Elena y en algunas partes de la provincia del Guayas, además de otros sectores de la costa ecuatoriana (Nieto 2014).

El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2023) indica que en Ecuador la superficie cultivada es de aproximadamente es de 358231 hectáreas (ha), de las cuales se obtiene una producción de 1636349 toneladas (Tm). El 98.5 % del área sembrada se encuentra en el litoral ecuatoriano distribuida de la siguiente manera: en la provincia de Guayas (69%), los Ríos (23.40 %), y Manabí (5.25 %).

Como resultados, los terrenos salinos suelen encontrarse de manera natural en áreas deprimidas de las regiones secas y semi – secas, aunque también pueden aparecer de manera dispersa en las zonas costeras, independientemente del tipo de clima. Dichos suelos, presentan una acumulación de sales en su perfil edáfico, debido, principalmente al estrés que afectan a casi todas las plantas, especialmente, en las regiones áridas y semiáridas del mundo, donde la salinidad está considerada como el principal factor ambiental que más limita la productividad de los cultivos (Jerez et al 2001).

silva et al., (2020) “menciona que los suelos salinos es unos de los problemas de efecto abiótico, que tiene mayor incidencia en la dispersión de las partículas del suelo, lo que fomenta la degradación del mismo”, por otro lado, “este fenómeno está relacionado a la alta concentración de sales” (kumar et al., 2020).

**Artículo científico:** Evaluación del efecto de la materia orgánica, Iones Sulfatos en suelos Salinos En el crecimiento de (*Oriza Sativa L*)

Publicación Semestral. Vol. 4, No. 1, enero - junio 2025, Ecuador (p. 1-18)

De acuerdo a lo mencionado por Fajardo. (2017) indica que el lugar de Correagua de la Parroquia Crucita del Cantón Portoviejo, tiene suelos para la producción agrícola principalmente de ciclo corto, que desde algún tiempo atrás, presentan dificultades de infertilidad por la acumulación de las sales.

De acuerdo con lo señalado por Delgado et al., (2022) uno de los aspectos fundamentales para la salud del suelo es la evaluación integral a través del análisis físico y químico, el cual permite obtener información clave sobre parámetros esenciales en la determinación de recomendaciones de adopción como (PAM), como el pH, la conductividad eléctrica (CE), la salinidad, la disponibilidad y concentración de macronutrientes y micronutrientes. Estos indicadores son claves para comprender las condiciones del suelo y su capacidad para suministrar los nutrientes precisos para el progreso de los cultivos, en este contexto, se destaca la importancia de mantener las condiciones óptimas en la zona rizosférica, ya que una adecuada nutrición vegetal en esta área es determinante para el rendimiento de los cultivos.

Las plantas activan de manera positiva diversos genes y proteínas involucradas en la tolerancia a la salinidad, favorecen la síntesis de fitohormonas y metabolitos que contrarrestan los efectos tóxicos de la sal, en estudios recientes, se examina el impacto adverso de la salinidad sobre la fisiología de las plantas, además, se analizan las respuestas fisiológicas y bioquímicas de las plantas ante este estrés, así como su interacción (Arif et al., 2020).

La salinidad genera efectos adversos en las células vegetales al inducir toxicidad por sodio ( $\text{Na}^+$ ) y provocar desequilibrios iónicos que afectan su homeostasis. Estos cambios impactan de manera significativa los procesos metabólicos esenciales, como la síntesis de proteínas, fundamentales para el crecimiento y reparación celular. Además, altera las reacciones enzimáticas, que regulan diversas funciones bioquímicas, y compromete el desempeño de los ribosomas, estructuras esenciales para la traducción de proteínas. Estas alteraciones no solo limitan el desarrollo y funcionamiento celular, sino que también reducen la capacidad adaptativa de las plantas frente a condiciones de estrés salino, afectando su crecimiento, productividad y supervivencia en ambientes hostiles. La comprensión de estos mecanismos es clave para desarrollar estrategias en la conservación y degradación de suelos por el exceso de sodio (Na) (Rodríguez et al., 2019).

Sierra et al., (2019) mencionan que, aunque la fertilización con nitrógeno genera interacciones complejas que afectan la producción de biomasa en sistemas de plantas forrajeras raigrases y

tréboles, existe una falta de conocimiento en torno a estos procesos, mientras que su respuesta es nula a la aplicación de fósforo. El rebrote en etapas más avanzadas favorece una mayor producción de biomasa, pero reduce la concentración de compuestos solubles y la disponibilidad de energía. Además, destaca la necesidad de investigaciones continuas y de implementar prácticas de manejo eficiente para optimizar los recursos y maximizar los beneficios.

Los estudios realizados por Angón et al., (2022) y Sousa et al., (2022) establecen que la salinidad posee un impacto perjudicial en su fisiología, afectando al rendimiento de las plantas, lo que ocasiona el desequilibrio iónico por las altas concentraciones de sales, asociadas al sodio, que afecta los procesos celulares normales, siendo la toxicidad que daña los tejidos normales, también promueve el estrés oxidativo, un estado perjudicial que resulta del exceso de especies reactivas de oxígeno, causando la sequía fisiológica, por lo cual se limita la capacidad de la planta para la absorción de agua en forma eficiente, reduciendo la absorción de nutrientes, comprometiendo seriamente el desarrollo y la productividad.

El arroz (*O. sativa L.*) es un cultivo importante para la seguridad alimentaria, debido al incremento masivo de la población a nivel mundial, lo que obliga a producir más en forma eficiente, que conlleve a Prácticas adecuada de Manejo (PAM) (Kalio et al., 2020), este cultivo demanda de un buen manejo de los nutrientes minerales, adecuación de suelos con la incorporación de materia orgánica, y la gran demanda de agua que tiene el cultivo, siendo un desafío, por el alto consumo de agua dulce (Ishfaq et al., 2020), para el año 2035, se proyecta un incremento del 26%, de la población a nivel mundial de acuerdo a lo mencionado por Elshayb et al., (2023).

Estos estudios destacan la importancia del arroz como recurso alimenticio esencial y sugiere que, para aumentar su rendimiento es necesario enfrentar los desafíos agrícolas relacionados con la degradación de suelos, causados por la sodificación.

La salinidad del suelo representa una amenaza significativa para la producción agrícola y la seguridad alimentaria. La estrategia más eficaz para mitigar este estrés abiótico consiste en el desarrollo de cultivos tolerantes a la sal. La presencia elevada de sales en el suelo altera las propiedades fisicoquímicas de las plantas, induciendo un estrés osmótico y oxidativo que afecta

**Artículo científico:** Evaluación del efecto de la materia orgánica, Iones Sulfatos en suelos Salinos En el crecimiento de (*Oriza Sativa L*)

Publicación Semestral. Vol. 4, No. 1, enero - junio 2025, Ecuador (p. 1-18)

negativamente el crecimiento, el rendimiento y calidad de los vegetales (Alkharabsheh, 2021).

La salinidad impacta severamente la productividad de las plantas al perjudicar el proceso fotosintético, y alterar indirectamente la absorción de nutrientes por las raíces, su transporte y acumulación de osmolitos, Además, daña las membranas celulares mediante la sobreproducción de especies reactiva del oxígeno (ROS), exige mayor gasto energético y afecta la morfología foliar y el metabolismo celular, para enfrentar estos efectos, las plantas activan mecanismos adaptativos, destacando entre ellos su sistema antioxidante para mitigar el daño oxidativo (Mushtaq. 2020).

La salinización del suelo representa un grave problema para la agricultura a nivel global, donde la degradación física, química y mecánica del suelo deteriora su textura y estructura. Esto provoca salinidad, acidez y pérdida de arcillas en los horizontes natricos, ácidos o eluviales. Los suelos salinos, con altas concentraciones de sales solubles, se forman principalmente en zonas con aguas freáticas salobres cercanas a la superficie o en regiones donde la evapotranspiración excede las precipitaciones, lo que favorece la acumulación de sales. Este proceso afecta gravemente al suelo, dañando el sistema radicular de las plantas (Ibáñez, 2017) la hipótesis del estudio plantea que la incorporación de materia orgánica y fertilizante a base de azufre tendrá un impacto significativo, ya sea positivo o negativo, en los resultados, evidenciando diferencias claras entre variables.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Ubicación

El estudio se realizó en el laboratorio de la Universidad Laica Eloy Alfaro de la provincia de Manabí que se encuentra en el cantón Pedernales con coordenadas 0°4'18" N 80°3.15', situado al norte de Manabí con 75510 habitantes. Las características climáticas, el Rango Altitudinal es de 21 metros, la precipitación es de 1113 mm anuales, el clima, la temperatura es cambiante entre 21–31°C, las humedades relativas oscilan entre 86% a 88% anuales (Geodatos. 2020).

### 2.2 Metodología Experimental

La investigación realizada, registro una metodología de enfoque Inductiva – Deductiva, inferencial se aplicó el diseño experimental por bloques completos aleatoriamente (DBCA), con la prueba de tukey al 5%, para variables biométrica (altura de planta, número de hojas,

diámetro de tallo, Los suelos fueron extraídos de la zona de Crucita - Correagua - Manabí, la semilla utilizada para este ensayo fue la variedad arroz INIAP 18. Se utilizaron envases de plástico degradables, (900 g de tierra por recipiente). El peso de 1 ha<sup>-1</sup> de este suelo a 10 cm se obtuvo 10000 m<sup>2</sup>, Da = 1.27 g/cm<sup>3</sup> y la profundidad de 0.10 m.

### 2.3 Metodología para la Evaluación del Efecto de Fertilizantes y Materia Orgánica en Suelos Sódicos (Natrico)

La toma de datos se hizo cada ocho días, es importante para su correcto crecimiento se realice el riego oportuno al suelo, lo que conlleva a un mejor crecimiento de las plantas en el invernadero, las variables biométricas en la evaluación fueron la altura de la planta, espesor del tallo, número de hojas, la cual permitió la caracterización y función que cumple cada tipo de fertilizante en el suelo alcalino con arcillas tipo 2:1 (Montmorillonita), con un horizonte Natrico con PSI > del 15 %, posteriormente al obtener los datos se analizaron en el software Infostat, para obtener la significancia estadística, para la verificación de rechazo o aceptación de la prueba de hipótesis. Los tratamientos que fueron evaluados son: T0 (Testigo), T1 (Fertilizantes sulfatos N - P - K - Mg - B), T2 (10 t. ha<sup>-1</sup>MO), T3 (20 t ha<sup>-1</sup>MO), T4 (30 t ha<sup>-1</sup>MO), T5 (40 t ha<sup>-1</sup>MO), T6 (50 t ha<sup>-1</sup>MO). Se utilizaron las fuentes de sulfato de amonio 21 % de nitrógeno y 24 % de azufre, DAP como fuente de fósforo al 46 % y 18 % de nitrógeno, sulfato de potasio al 50 %, sulfato de magnesio al 20 %. La fuente de materia orgánica en este ensayo fue el compost India, los niveles estudiados en este ensayo fueron: 250 kg N ha<sup>-1</sup>; 100 kg P ha<sup>-1</sup> ; 120 kg K ha<sup>-1</sup>; 60 kg Mg ha<sup>-1</sup>; 10, 20, 30, 40, 50 t ha<sup>-1</sup> de Materia orgánica INDIA. Se evaluaron la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y la capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE), la cual se refiere a la CIC que posee el suelo a un pH determinado. La CICE se calcula por la suma de los cationes Ca<sup>++</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>++</sup> y sodicidad, cuyo valor final se expresa en cmol/L, también se determinó el porcentaje (%) de saturación de salinidad: Sodio Intercambiable (PSI)/CICE x 100.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Altura de planta

En la Tabla 1, muestran diferencias altamente significativas (\*\*) en los días 8, 16, 40 y 48, y diferencias significativas (\*) a los 32 días, mientras que a los 24 días no se encontraron

**Artículo científico:** Evaluación del efecto de la materia orgánica, Iones Sulfatos en suelos Salinos En el crecimiento de (*Oriza Sativa L*)

Publicación Semestral. Vol. 4, No. 1, enero - junio 2025, Ecuador (p. 1-18)

diferencias significativas (NS). El tratamiento T1 destacó con la mayor altura de planta, mientras que T5 presentó los valores más bajos. Lo que coincide con la investigación realizada por Nikzad et al., (2024) quien menciona que el adecuado manejo de Prácticas Adecuadas (PAM), demostró una influencia significativa en arroz, destacando su impacto positivo en altura de planta, este enfoque integral conlleva la importancia de optimizar prácticas agrícolas, como la nutrición vegetal, para mejorar el rendimiento del cultivo. Igualmente, en otra investigación, que toma en cuenta a mezcla de materia orgánica y nutrientes minerales, registraron altas diferencias significativas cuando se aplicó estiércol de ganado bovino, en mezcla con fertilizantes minerales (N/P/K<sup>+</sup>), y que el crecimiento de planta alcanzó una altura de con rangos de 109.63, y 140.03 cm, tratamiento que fue de mejor respuesta, que el tratamiento testigo (Reyes et al., 2019).

**Tabla 1.** Evaluación Altura de planta en el efecto de la materia orgánica, iones sulfatos en suelos salinos en el crecimiento de (*Oriza sativa*)

#Tra.	Tratamientos	Épocas de evaluación					
		8 días	16 días	24 días	32 días	40 días	48 días
T0	Testigo	3.00 ab	3.63 a	4.27 a	4.93 ab	5.7 abc	6.32 ab
T1	Fertilizantes sulfatos (N – P – K – Mg - B)	3.36 a	4.00 a	5.93 a	7.66 a	9.56 a	11.57 a
T2	10 T ha <sup>-1</sup> MO	3.00 ab	3.40 ab	4.00 a	4.85 ab	5.33 c	6.00 abc
T3	20 T ha <sup>-1</sup> MO	3.0 a	3.60 ab	4.17 a	4.24 a	5.30 c	5.13 abcd
T4	30 T ha <sup>-1</sup> MO	2.90 ab	3.26 ab	4.20 a	5.00 a	6.30 ab	6.12 ab
T5	40 T ha <sup>-1</sup> MO	2.90 ab	3.20 ab	4.30 a	5.73 ab	6.16 ab	5.18 bcd
T6	50 T ha <sup>-1</sup> MO	2.90 ab	3.40 ab	4.20 a	4.75 a	5.22 d	5.35abcd
	Significancia	**	**	NS	*	**	**
	Tuckey 5%	0.0001	0.0041	0.355	0.0259	0.001	0.001
	CV %	21.65	33.41	30.45	31.91	10.87	14.43

### 3.2 Diámetro de planta

En la Tabla 2 se reportaron diferencias altamente significativas a los 8.16 y 24 días en todos los tratamientos. El tratamiento T1, basado en fertilizantes sulfatos, obtuvo los mejores promedios, mientras que el tratamiento T2, con 10 t ha<sup>-1</sup> de materia orgánica, mostró los valores más bajos. Dichos resultados concuerdan con los de Royo et al., (2023) quienes investigaron



en plantas de pasto Siam con diferentes niveles de Nitrógeno no presentaron diferencias estadísticas en diámetro del tallo, igualmente en otro trabajo de invernadero donde se evaluó la Omisión de nutrientes primarios, secundarios, niveles de materia orgánica, y fertilización equilibrada, la variable diámetro del tallo en *Zea mays* no registró diferencias significativas (Zambrano et al., (2021). Lo contrario se comprueba en otro estudio utilizando materiales orgánicos, en que se pudo determinar que, existen diferencias altamente significativas en el diámetro del tallo, y la variedad con mejor vigor la presentó SFL 11, la misma que es una variedad semilla certificada importada de grano largo, textura suave, de color blanco (Pincay. 2024).

**Tabla 2.** Evaluación Diámetro de planta en el efecto de la materia orgánica, iones sulfatos en suelos salinos en el crecimiento de (*Oriza sativa*)

# Tra.	Tratamientos	Épocas de evaluación					
		8 días	16 días	24 días	32 días	40 días	48 días
T0	Testigo	5.03 b	6.30 ab	7.67 b	9.00 a	9.53 a	10.00 a
T1	Fertilizantes sulfatos (N - P - K - Mg - B)	6.00 a	8.27 a	9.33 a	10.67 a	11.50 a	13.50 a
T2	10 T ha-1 MO	5.00 b	6.20 abc	7.67 b	9.00 a	9.50 a	9.50 a
T3	20 T ha-1 MO	4.90 b	6.30 ab	7.00 b	8.33 a	9.00 a	9.50 a
T4	30 T ha-1 MO	5.13 b	6.10 abcd	7.43 b	9.00 a	9.50 a	10.00 a
T5	40 T ha-1 MO	5.20 a	6.93 ab	8.47 ab	9.00 a	9.50 a	10.47 a
T6	50 T ha-1 MO	5.30 a	7.30 ab	8.50 ab	9.00 a	9.50 a	9.47 a
	Significancia	**	**	**	NS	NS	NS
	Tukey 5%	0.0004	0.0005	0.0023	0.5253	0.7476	0.0592
	CV %	29.44	26.55	30.38	36.67	37.89	41.37

### 3.3 Número de hojas

El análisis de varianza no reveló discrepancias significativas en todas las evaluaciones, excepto a los 32 días, donde se registraron diferencias significativas (\*). El tratamiento T1 presentó el mayor número de hojas, mientras que el T3 reportó el valor más bajo. Estos resultados coinciden con el estudio de Chávez et al (2020) donde se observaron diferencias estadísticamente significativas (p=0,0055) en el número de hojas, cuando se utilizó el lixiviado de vermicompost bovino (LVCB-1:10) indujo el mayor número de hojas, seguido por la aplicación de *Trichoderma* sp, incremento entre 9 % y 22 % en comparación al número de hojas de plantas sin aplicación (Tabla 3).

**Artículo científico:** Evaluación del efecto de la materia orgánica, Iones Sulfatos en suelos Salinos En el crecimiento de (*Oriza Sativa* L)

Publicación Semestral. Vol. 4, No. 1, enero - junio 2025, Ecuador (p. 1-18)

**Tabla 3.** Evaluación Número de hojas en el efecto de la materia orgánica, iones sulfatos en suelos salinos en el crecimiento de (*Oriza sativa*)

#Tra.	Tratamientos	Épocas de evaluación					
		8 días	16 días	24 días	32 días	40 días	48 días
T0	Testigo	3.00 a	4.00 a	4.00 a	4.00 a	5.00 a	5.00 a
T1	Fertilizantes sulfatos (N – P – K – Mg - B)	3.00 a	4.00 a	5.00 a	5.00 a	6.00 a	7.00 a
T2	10 T ha-1 MO	3.00 a	4.00 a	4.00 a	4.00 a	5.00 a	5.00 a
T3	20 T ha-1 MO	3.00 a	4.00 a	4.00 a	4.00 a	5.00 a	5.00 a
T4	30 T ha-1 MO	3.00 a	4.00 a	4.00 a	4.00 a	5.00 a	5.00 a
T5	40 T ha-1 MO	3.00 a	4.00 a	4.00 a	4.00 a	5.00 a	5.00 a
T6	50 T ha-1 MO	3.00 a	4.00 a	4.00 a	4.00 a	5.00 a	5.00 a
	Significancia	NS	NS	NS	*	NS	NS
	Tuckey 5%	0.999	0.999	0.662	0.0426	0.662	0.0662
	CV %	31.00	31.23	37.99	33.98	37.99	37.99

### 3.4 Análisis de suelos - Bases Intercambiables/Saturación de Bases

Los resultados obtenidos en la Tabla 5 muestran que la Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva (CICE), y las bases intercambiables fueron más elevados en el tratamiento T5 y los valores más bajos lo obtuvo el T0. En cuanto a las saturaciones de bases de los elementos  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ , están desbalanceadas, observando el mayor desbalance para  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$ , las mismas que están por debajo del nivel adecuado, lo cual significa que estos dos elementos están entrando en menor proporción en la Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva (CICE), lo que posiblemente podría ocasionar el desbalance de las bases. En cuanto los elementos  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$ , son los elementos de mayor tamaño, son reemplazados fácilmente tras realizar los correctivos necesarios en la solución del suelo, estudios no relacionados a los datos investigativos obtenido por Medina et al., (2023) ellos recalcan en su conclusión que, en el cantón Yaguachi sobre suelos del orden vertisol, se observó, a pesar de las limitaciones en cuanto a salinidad y disponibilidad del agua, en estos suelos que presentan textura pesada, lo cual es la característica común del orden, además el pH, fue de 6.9 lo que indica neutralidad, sin embargo la principal problemática detectada es su conductividad eléctrica (CE) de 4 dS/m, lo que implica la circulación del agua con las sales aniónicas, el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) fue de 7.93%, que indica que este catión no es un problema de este suelo. En otro estudio donde se analiza la relación ideal de  $\text{Ca}^{++}/\text{Mg}^{++}/\text{K}^+$  Bernal et al., (2015)

recalcan que la relación óptima calcio, magnesio, potasio debe de alcanzar valores 60%, 30%, 10%, respectivamente, ya que los suelos ajustados a esta relación no presentaron síntomas de desbalances nutricionales, como clorosis, amarillamiento generalizado, y necrosis foliar, lo cual es importante para mantener la salud y producción de la planta, en buen estado, mientras que según Padilla (2005) manifiesta que, la Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva es el indicador más apropiado para asegurar la salud de las plantas y alcanzar altos niveles de productividad. Esto se debe, a que las cargas del suelo disponibles para los procesos de intercambio son ocupadas por cationes intercambiables  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  y  $\text{Al}^{+++}$ . Los iones de sodio ( $\text{Na}^+$ ) son relativamente grandes, y están hidratados, conteniendo una sola carga, resultando en una adsorción muy débil en la superficie del suelo, por lo tanto, los iones de calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) son considerablemente más pequeños y poseen dos cargas positivas, y pueden reemplazarse fácilmente a los iones de sodio en los sitios de intercambio de las partículas de suelo.

**Tabla 4.** CICE – Saturación de Bases Evaluación del efecto de la materia orgánica, iones sulfatos en suelos salinos en el crecimiento de (*Oriza sativa*)

#T.	Tratamientos	Cmol/dm <sup>3</sup> de suelo				CICE	Relación ideal				Total
		Ca	Mg	K	Na		60%	30%	10%	<15%	
		%Ca	%Mg	%K	%Na						
T0	Testigo	20.00	3.50	1.39	7.80	32.69	61.18	10.71	4.25	23.86	100.00
T1	Fertilizantes sulfatos (N – P – K – Mg - B)	21.00	4.02	1.53	9.77	36.32	57.81	11.07	4.21	26.91	100.00
T2	10 T ha-1 MO	19.00	5.03	1.45	8.21	33.69	56.40	14.93	4.30	24.37	100.00
T3	20 T ha-1 MO	21.00	4.01	1.22	8.46	34.69	60.53	11.56	3.52	24.39	100.00
T4	30 T ha-1 MO	20.00	3.88	1.30	10.04	35.22	56.79	11.01	3.69	28.51	100.00
T5	40 T ha-1 MO	21.00	4.21	1.45	10.11	36.77	57.11	11.45	3.94	27.50	100.00
T6	50 T ha-1 MO	20.00	4.66	1.59	9.88	36.13	55.35	12.90	4.40	27.35	100.00

### 3.5 Análisis foliar de los Macroelementos Primarios y Secundarios

En la Tabla 5 se evidencia el análisis foliar, siendo el Tratamiento T1 de iones sulfatos los que muestran valores más equilibrados; el N,  $\text{K}^+$ , S presentaron niveles adecuados dentro de los rangos mínimos y máximos del laboratorio AGROLAB, mientras que los elementos P,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ , tuvieron valores por encima del nivel adecuado; se evidenció que no se registró ningún

**Artículo científico:** Evaluación del efecto de la materia orgánica, Iones Sulfatos en suelos Salinos En el crecimiento de (*Oriza Sativa L*)

Publicación Semestral. Vol. 4, No. 1, enero - junio 2025, Ecuador (p. 1-18)

síntoma de intoxicación a pesar de estos valores, lo cual es similar a lo reportado por Blanco. (2014) indica que para conseguir niveles admisibles de rendimiento de arroz bajo aspersion (6-7 t ha<sup>-1</sup>) se requieren aplicaciones de N de 150 a 200 kg de Kg N ha<sup>-1</sup>. Este mismo autor refiere que al incrementar la dosis de N aplicado aumentaron la radiación interceptada, el contenido en N de las hojas, los componentes del rendimiento. Por otra parte, Meléndez & Molina. (2002) mencionan que los sulfatos son las fuentes inorgánicas más utilizadas, debido a su elevada solubilidad en agua y su menor índice salino en comparación con los cloruros y nitratos, por lo que hay menos riesgo de quema del follaje y pueden ser mezclados con otros fertilizantes; así mismo, suministran pequeñas cantidades de azufre (S) a las plantas. Los sulfatos usualmente son cristales, pero pueden ser granulados para facilitar su manipulación. Los sulfatos de Fe<sup>++</sup>, Cu<sup>++</sup>, Zn<sup>++</sup> y Mn<sup>++</sup> son ampliamente usados en aplicaciones al suelo y foliares.

**Tabla 5.** *Macronutrientes primarios y secundarios “Evaluación de los macronutrientes primarios y secundarios del efecto de la materia orgánica, iones sulfatos en suelos salinos en el crecimiento de (Oriza sativa)*

Niveles adecuados		Min-Max	Min-Max	Min-Max	Min-Max	Min-Max	Min-Max
		2.80 - 3.60	0.10-0.18	1.20-2.40	0.15-0.30	0.15-0.20	0.18-0.34
#	Tratamientos	N	P	K	Ca	Mg	S
T0	Testigo	0.80	0.32	1.86	0.31	0.31	0.10
T1	Fertilizantes sulfatos (N – P – K – Mg - B)	3.11	0.33	1.52	0.38	0.35	0.26
T2	10 T ha-1 MO	0.92	0.35	1.09	0.35	0.30	0.23
T3	20 T ha-1 MO	0.84	0.49	1.57	0.42	0.31	0.15
T4	30 T ha-1 MO	0.88	0.29	0.61	0.47	0.28	0.10
T5	40 T ha-1 MO	1.16	0.32	0.68	0.55	0.27	0.08
T6	50 T ha-1 MO	1.10	0.33	0.66	0.59	0.42	0.12

### 3.6 Análisis foliar de los micro elementos

La tabla 6 el T1 registró los mejores valores dentro del rango **de niveles adecuados tanto** para Cu<sup>++</sup>, B, Fe<sup>+++</sup>, Zn<sup>++</sup>, Mn<sup>++</sup>; todos los tratamientos presentaron valores bajos con respecto al elemento Cu<sup>++</sup> siendo el T4 el de menor promedio. Los resultados guardan similitud a lo reportado por Cedeño et al (2018) manifiestan que la fertilización NPK + micronutrientes aumentó el contenido proteico y fibra en 18.33 y 25.64 %, respectivamente. De igual manera,

la concentración de Fe<sup>++</sup>, Zn<sup>++</sup>, B y Mn<sup>++</sup> incrementó en un 31.58; 33.33; 43.02 y 23.81 %. Además, Lozano & Ospina, (2019) mencionan que las necesidades de zinc varían entre 24 a 300 g/t, mientras que para el cobre de 14 a 270 g/t, asimismo, para el boro los niveles necesarios oscilan entre 2.9 a 10 g/t, hierro se encuentra en un rango de 90 a 2600 g/t y manganeso entre 51 a 2300 g/t. En lo que respecta al silicio (SiO<sub>2</sub>) su rango se sitúa entre 137.4 a 315.0 Kg/t de arroz Paddy producido.

**Tabla 6.** Evaluación del efecto de los Micronutrientes en la materia orgánica, iones sulfatos en suelos salinos en el crecimiento de (*Oriza sativa*)

Niveles adecuados		Min-Max	Min-Max	Min-Max	Min-Max	Min-Max
		8.00-25.00	5.00-15.00	75.00-200.00	25.00-50.00	20.00-80.00
#Tra.	Tratamientos	Cu	B	Fe	Zn	Mn
T0	Testigo	5.00	22.16	227.00	38.0	67.00
T1	Fertilizantes sulfatos (N – P – K – Mg - B)	11.00	12.30	232.00	37.0	66.00
T2	10 T ha-1 MO	6.00	22.16	237.00	33.0	72.00
T3	20 T ha-1 MO	5.00	29.55	271.00	30.0	105.00
T4	30 T ha-1 MO	3.00	25.21	226.00	25.0	84.00
T5	40 T ha-1 MO	3.00	34.33	175.00	18.0	76.00
T6	50 T ha-1 MO	3.00	34.33	175.00	18.0	76.00

### 3.7 Potencial de Hidrógeno (pH)

En la Tabla 7 demuestra que los fertilizantes sulfatos del tratamiento T1 no incrementaron los niveles del pH siendo su valor de 7.20, en comparación con el testigo (T0), el cual registró un promedio de 7.24. Según Flores & Torres. (2020) mencionan que los suelos afectados por sales pueden mejorar sus características físicas, a través de mejoradores como es el yeso (CaSO<sub>4</sub>\*2H<sub>2</sub>O) con varios Kg ha<sup>-1</sup>, por ejemplo, a razón de 1000 kg ha<sup>-1</sup>, estos suelos requieren de un incremento de calcio, para sustituir al sodio intercambiable; asimismo, el azufre es considerado también como mejorador, ya que es un elemento que reacciona para formar ácido sulfúrico a través de un proceso de oxidación realizado por microorganismos del suelo. Para determinar si es necesaria una nueva aplicación de mejoradores, es indispensable realizar una evaluación cada dos a tres años. Por otro lado, Cobos et al., (2024) establecen que el uso de

**Artículo científico:** Evaluación del efecto de la materia orgánica, Iones Sulfatos en suelos Salinos En el crecimiento de (*Oriza Sativa L*)

Publicación Semestral. Vol. 4, No. 1, enero - junio 2025, Ecuador (p. 1-18)

enmiendas orgánicas en suelos con altas conductividades eléctricas (CE) resulta beneficioso ya que contribuye a mejorar las propiedades del suelo, las mismas que debido a sus características químicas, tiene un alto potencial para mitigar la sodicidad, favoreciendo la estructura del suelo, facilitando la absorción de nutrientes.

**Tabla 7.** Evaluación del efecto del pH en la materia orgánica, iones sulfatos suelos salinos en el crecimiento de (*Oriza sativa* L)

#Observaciones	Tratamientos	pH
T0	Testigo	7.24
T1	Fertilizantes sulfatos (N – P – K – Mg - B)	7.20
T2	10 T ha <sup>-1</sup> MO	7.22
T3	20 T ha <sup>-1</sup> MO	7.22
T4	30 T ha-1 MO	7.48
T5	40 T ha-1 MO	7.40
T6	50 T ha-1 MO	7.14

#### 4. CONCLUSIÓN

Los fertilizantes minerales, como sulfato de amonio, sulfato de potasio y sulfato de magnesio, muestran las mejores respuestas en todas las variables biométricas. Sin embargo, los contenidos de sodio aumentan, debido a que los iones sulfatos no tienen la capacidad de eliminar el sodio del suelo. Además, el porcentaje de saturación de calcio (Ca<sup>++</sup>) disminuyó al 55%, lo que contribuyó a un aumento en la saturación de sodio (Na<sup>+</sup>), haciendo necesaria la aplicación de yeso para reducir dicha saturación. A pesar de esto, los contenidos de calcio (Ca<sup>++</sup>), magnesio (Mg<sup>++</sup>) y fósforo (P) se mantuvieron por encima de los niveles adecuados, sin causar problemas de intoxicación. En cuanto al ensayo, el tratamiento T1 presentó los niveles más adecuados tanto para macro como para micronutrientes, se concluye que el efecto de la nutrición balanceada mejora la coloración de la planta, el crecimiento, lo que conlleva a una mejor producción del cultivo.

**Agradecimiento.-** Esta investigación fue realizada en proyectos de clase de Fertilidad de Suelos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (Ecuador). Los autores quieren

agradecer al Ing. Luis Alberto Madrid Jiménez PhD. Ex - Decano por su valiosa ayuda en los trabajos de campo.

**Contribución de los Autores.-** El Ing. Tyrone Antonio Zambrano Barcia, Mg, desempeñó un papel fundamental en varias fases del proyecto. Se encargó de la conceptualización, definiendo los objetivos y metas generales de la investigación. También lideró el análisis formal, aplicando técnicas estadísticas y computacionales para procesar los datos obtenidos en el software Infostat, además de contribuir en el diseño de la metodología, desarrollando enfoques y modelos. También fue responsable de la validación, asegurando la replicabilidad de los resultados, y colaboró en la adquisición de fondos con otros investigadores. Finalmente, asumió la redacción, revisión y edición del borrador final, garantizando la calidad del trabajo.

El Ing. Joffre Carmelo Menéndez Cevallos, Mg, y el Ing. Jonathan Renato Mendieta Vivas, Mg, junto con el Ing. Tyrone Antonio Zambrano Barcia, Mg, trabajaron en la adquisición de fondos, financiando los análisis respectivos.

Por su parte, el PhD. Jacinto Atanacio Andrade Almeida se enfocó en las actividades técnicas y de liderazgo. Se encargó de la curación de datos, gestionando la anotación, depuración y mantenimiento para su reutilización. También participó en el desarrollo de la metodología, diseñando modelos adecuados, y en la programación de software para la investigación.

El Ing. Pablo Segundo Zamora Macías, Mg, se encargó de la investigación, llevando a cabo experimentos y recolectando datos, además de suministrar recursos como muestras y herramientas de análisis.

En conjunto, la colaboración interdisciplinaria de estos investigadores permitió abordar todos los aspectos del proyecto, garantizando una ejecución eficiente y el logro de resultados sólidos.

**Financiación.-** Para la investigación se utilizaron recursos propios de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, así como externos.

**Conflicto de Intereses.-** Los autores del manuscrito titulado "Evaluación del efecto de la materia orgánica, iones sulfatos en suelos salinos en el crecimiento de (*Oryza sativa L.*)" declaran en forma voluntaria, que la investigación fue realizada con el apoyo de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, utilizando recursos propios y externos para garantizar un

**Artículo científico:** Evaluación del efecto de la materia orgánica, Iones Sulfatos en suelos Salinos En el crecimiento de (*Oriza Sativa L*)

Publicación Semestral. Vol. 4, No. 1, enero - junio 2025, Ecuador (p. 1-18)

desarrollo imparcial. Además, las contribuciones de los autores se desarrollaron de manera transparente, asegurando integridad científica en cada etapa del proyecto. Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

## 5. REFERENCIAS

- Alkharabsheh, H., Seleiman, M., Hewedy, O., Battaglia, M., Jalal, R.S., Alhammad, B., Schillaci, C., Ali, N., Al-Doss. (2021). A. Field crop responses and management strategies to mitigate soil salinity in modern agriculture: A review. *Agronomy*, 11, 2299. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112299>
- Angón, P., Tahjib-ul-Arif, M., Samin, S., Habiba, U., Hossain, M. y Brestič, M. 2022. ¿Cómo Plantas Responder Soy Conjunto Sequía y ¿Estrés por salinidad? Una revisión sistemática. *Plantas [en línea]* 11. Disponible: <https://doi.org/10.3390/plants11212884>.
- Arif, Y., Singh, P., Siddiqui, H., Bajguz, A., Hayat, S. (2020) Salinity induced physiological and biochemical changes in plants: An omic approach towards salt stress tolerance. *Plant Physiol. Biochem*, 156, 64–77. 10.1016/j.plaphy.2020.08.042
- Blanco, O. (2014). *Agronomía del cultivo de arroz en riego por aspersión variedades, fertilización y control de malas hierbas*. (Barcelona 2010 ed.). [Tesis doctoral, Universidad de Lleida Escola Tècnica Superior] Digital.csic. <http://hdl.handle.net/10261/99074>
- Barreto Ruiz, A. (2019). *Comportamiento fisiológico de la germinación y el desarrollo de plántulas de maíz (Zea mays L.), bajo condiciones de estrés salino (NaCl)*. [ Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro] Sidalc. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/47947>
- Bernal, G. Vega, C. Calvache, M. Cevallos, G. Ayala, A. Parra J. Guerra, M. Guanuña, O. Morales, R. Sánchez, J. (2015). El Desbalance Catiónico Calcio-Magnesio-Potasio, causa principal del problema amarillamiento secamiento de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en el Bloque Occidental Ecuatoriano. *Boletín técnico #13*, octubre 2015, p. 19. [https://www.researchgate.net/publication/304014273\\_DESBALANCE\\_CATIONICO\\_DE\\_CaMgK\\_EN\\_PALMA\\_ACEITERA\\_EN\\_ECUADOR#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/304014273_DESBALANCE_CATIONICO_DE_CaMgK_EN_PALMA_ACEITERA_EN_ECUADOR#fullTextFileContent)
- Cedeño-Dueñas, J., Cedeño-García, G., Alcívar-Alcívar, J., Cargua-Chávez, J., Cedeño-Sacón, F., Cedeño-García, G., & Constante-Tubay, G. (2018). Incremento del rendimiento y calidad nutricional del arroz con fertilización NPK complementada con micronutrientes. *Scientia, Agropecuaria*, 9(4),503-509. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.04.05>
- Chávez-Vergara, J. A., Torres-García, C. A., & Espinoza-Vera, E. A. (2020). Efectos de la cepa nativa de *Trichoderma sp.* y lixiviado de vermicompost bovino sobre el crecimiento foliar y contenido de clorofila en arroz (*Oryza sativa* L.) en fase de semillero. *Ecuador es Calidad Revista Científica ecuatoriana*, 7(2), 5. Doi: <https://doi.org/10.36331/revista.v7i2.104>
- Cobos-Mora, F. J., Gómez-Pando, L. R., Reyes-Borja, W. O., & Medina Litardo, R. C. (2021). Sustentabilidad de dos sistemas de producción de arroz, uno en condiciones de salinidad en la zona de Yaguachi y otro en condiciones normales en el sistema de riego y drenaje Babahoyo, Ecuador. *Rev. Ecología Aplicada*, 20(1), p. 72. <https://doi.org/10.21704/rea.v20i1.169>
- Delgado, C., Rodriguez, R., Capulín, J., Madariaga, A., Islas, M. (2022). Caracterización fisicoquímica de suelos salinos agrícolas, en la localidad de Chicavasco, estado de Hidalgo, México. Vol. 3 No. 1 (2022): *South Florida Journal of Development*, Miami, p.335-344. 10.46932/sfjdv3n1-026.
- Alava, D, & Haz, Enmanuel C. (2017). *Aplicación de Cocteles microbianos y bovinaza-cascarilla de arroz para la recuperación de muestras de suelos salinos del sitio Correagua Manabí*. Tesis de grado para la Obtención del título Ingeniero en Medio Ambiente. Calceta junio 2017, pp. 2-66. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/613>
- FAO. (2000). *Orígenes de los suelos afectados por sal inducidos por riego*. *MANAGEMENT OF*, 1 - 4. Recuperado de [http://www.fao.org/tempref/agl/agll/docs/salinity\\_brochure\\_eng.pdf](http://www.fao.org/tempref/agl/agll/docs/salinity_brochure_eng.pdf)
- Flores, E., Flors, J., & Tórrez, J. (2020). *Recuperación de suelos salinos con la incorporación de sulfato de calcio*. [Título de grado, Universidad Mayor] Handbooks. [https://www.ecorfan.org/bolivia/handbooks/ciencias%20tecnologicas%20I/Articulo%2014.pdf\\_delete](https://www.ecorfan.org/bolivia/handbooks/ciencias%20tecnologicas%20I/Articulo%2014.pdf_delete)



- Geodatos (2020). *Coordenadas geográficas de Pedernales*. Obtenido de <https://www.geodatos.net/coordenadas/ecuador/pedernales-manabi>
- Elshayb, O.M., Nada, A.M., Ibrahim, H.M., Amin, H.E. and Atta, A.M., (2021). Application of silica nanoparticles for improving growth, yield and enzymatic antioxidant for the hybrid roce EHR1 growing under water regime conditions. *Materials*, vol. 14, no. 5, p. 1150. PMID:33671062. <https://doi.org/10.3390/ma14051150>
- Ibañez, J. J.& Manríquez Cosio, F.J. (2017). Solonchaks (suelos salinos) en Latinoamérica y Europa. *Un Universo invisible bajo nuestros pies-Blogs Madrid*, 1. Recuperado de <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2014/01/30/144831>
- Instituto Nacional de Estadísticas Censos, INEC. (2023). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua-ESPAC 2023*, pp. 1-51. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/2023/Principales\\_resultados\\_ESPAC\\_2023.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/2023/Principales_resultados_ESPAC_2023.pdf)
- Jerez, J., Ovalle, J., & Aspe, D. (2001). *Espacios Áridos y Semiáridos. Compendio Geográfico Físico*. La Serena-Chile. pp. 1 - 84. Programa de Geografía Física. ISSN0717-3946
- Kalio, F., Isaboke, H., Onyari, C., & Njeru, L. (2020). Comparing productivity of rice under system of rice intensification and conventional flooding: a switching regression approach. *African Journal of Agricultural Research*, vol. 16, no. 10, pp. 1355-1363. <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR2020.14921>
- Kumar, A., Singh, S., Gaurav, A., Srivastava, S. yverma, J. (2020). Planta Crecimiento-Promoción Bacterias: herramientas biológicas para la mitigación de Salinidad Estrés en Plantas. *Fronteras en Microbiología*, pp. 1 - 15. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01216>
- Medina-Litargo., R, Garcia-Bedezu., S, Carrillo-Zenteno., M, Cobos-Mora., F, Parismoreno-Rivas., L (2023). Rice cultivation production system in areas with high salinity of soil and water. *Cienc. Tecnol. Agropecuaria*, 24(2): e2812, pp. 16-17 [https://doi.org/10.21930/rcta.vol24\\_nu](https://doi.org/10.21930/rcta.vol24_nu)
- Lozano, L, & Ospina, Y. (2019). *Libro de Fundamentos técnicos para la nutrición del arroz*. pp. 1-82 [http://www.fedearroz.com.co/docs/cartilla\\_fundamentos\\_nutricion.pdf](http://www.fedearroz.com.co/docs/cartilla_fundamentos_nutricion.pdf)
- Meléndez, G., Molina, E. (2002). *Fertilización Foliar principios y aplicaciones Nutrición mineral de las plantas*. (E. M. Gloria Meléndez, Ed.) Costa Rica: Asociación Costarricense de Ciencia del Suelo, pp. 7-142 <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Curso%20Fertilizaci%C3%B3n%20Foliar.pdf>
- Mushtaq, Z.; Faizan, S.; Gulzar, B. (2020). Salt stress, its impacts on plants and the strategies plants are employing against it: A review. *J. Appl. Biol. Biotechnol.* 8, 81–91. 10.7324/JABB.2020.80315
- Nieto-Garzón, M. (2014). *Propuesta de manejo sustentable del agua para el riego en las zonas áridas de La Península de Santa Elena-PSE* [ Titulo de Master, Escuela Politécnica Nacional] Dspace. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8834?mode=full>
- Nikzad, M., Mazloom, P., Arabzadeh, B., Moghadam, M., & Ahmadi, T. (2024). Evaluation of seedling cultivation and irrigation regimes on yield and yield components in rice plant. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 84, e266261. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.266261>, p - 10
- Padilla, W. (2005). *Química de Suelos*. 4ta edición. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Pincay, W. (2024). *Determinación de la densidad de semilla para el establecimiento de almácigos en cuatro líneas promisorias de arroz y su incidencia en la calidad de plántula*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Dspace. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/16350>
- Reyes-Pérez, J., Pérez-Santo, M., Sariol-Sánchez, D., Enríquez- Acosta, E., Bermeo-Toledo, C., Llerena-Ramos, T. (2019). Rev. Centro Agrícola. Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. *Respuesta agro productiva del arroz var. INCA LP-7 a la aplicación de estiércol vacuno*. Vol.46, No.3, julio-septiembre, p. 43. ISSN papel: 0253-5785 ISSN on line: 2072-2001
- Royo, L. S., Yáñez, E. A., Pueyo, J. D., & Camacho, M. B. (2023). Valor nutritivo y relación hoja:tallo en pasto Siam con diferentes niveles de fertilización nitrogenada. *Revista Veterinaria*, 34(2), 106–110. <https://doi.org/10.30972/vet.3427052>

**Artículo científico:** Evaluación del efecto de la materia orgánica, Iones Sulfatos en suelos Salinos En el crecimiento de (*Oriza Sativa L*)

Publicación Semestral. Vol. 4, No. 1, enero - junio 2025, Ecuador (p. 1-18)

- Rodríguez Ledesma, N., Torres Sevillano, C., Chaman Medina, M., & Hidalgo Rodríguez, J. (2019). 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. <http://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26305>
- Sousa, G., Sousa, H., Santos, M., Lessa, N. (2022). Agua salina y fertilizante nitrogenado en composición hoja y productividad de maíz. *Revista Caatinga*, 35(1). <https://doi.org/10.1590/1983-21252022v35n119rc>
- Silva, P., Rodrigues, M, Lopes, K., Silva, J. (2020). Influencia de la salinidad del agua de riego sobre la calidad de las semillas en región semiárida de Paraíba. *Ambiente 1*, 45-50. ISSN: 2675-3065
- Zambrano-Barcia, T., Macias-Chila, R., Madrid-Jiménez, L., Intriago-Mendoza, H. (2021). Omisión de minerales y recuperación con materia orgánica Suelos Álbico del Cantón Jama. *Revista Magazine*, 2(3). e-ISSN:2600-6006, p.48. [https://revistas.uleam.edu.ec/index.php/uleam\\_bahia\\_magazine](https://revistas.uleam.edu.ec/index.php/uleam_bahia_magazine)