



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ECOTEC

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y CIENCIAS DE LA NATURALEZA.

TÍTULO DEL TRABAJO:

“EVALUACION AGRONOMICA EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) VARIEDAD FERON, DE DOS FUENTES HIDRICAS PARA RIEGO, CANTON YAGUACH 2024”

LINEA DE INVESTIGACION:

GESTION DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS AGRICOLAS

MODALIDAD DE TITULACION:

TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR

CARRERA:

INGENIERÍA AGRÓNOMA

TÍTULO A OBTENER:

INGENIERO AGRONOMO

AUTOR(A):

BRIONES BARZOLA YANDRY PAUL

TUTOR

PhD. HERNANDEZ ROSAS JOSE IBRAHIM

SAMBORONDON

2024

Agradecimientos

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a Dios por permitirme llegar hasta este momento en donde con sus oraciones día a día me ha apoyado y me ha bendecido a lo largo de mi carrera universitaria, a mis directores de tesis, el Dr. Ibrahim Hernández Rosas y el MSc. César Suárez Arellano, por su constante apoyo, orientación y paciencia a lo largo de este proceso. Sus experiencias y consejos han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

A mi familia, por su amor incondicional y apoyo constante. Sin su aliento y comprensión, este logro no habría sido posible. A mis padres y mis hermanos, gracias por estar siempre ahí en cada paso del camino.

También quiero agradecer a los profesores y colegas de la carrera que me enseñaron a lo largo de este período muchas cosas de las que me llevaré por siempre en mi corazón, por sus valiosas sugerencias y críticas constructivas.

Finalmente, agradezco a mis amigos de la carrera: Carlos, Lisseth, Odalis, Dayana, Fabricio, Jeremy, Milton, Jhalmar, Marcos y Melissa, por su apoyo moral y su ayuda incondicional, su compañía y ánimo han sido una fuente de fortaleza durante este proceso.

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mis padres, cuya fe inquebrantable en mí y su constante apoyo me han dado la fuerza y la motivación para alcanzar este logro. Su amor y sacrificio han sido el pilar de mi éxito académico.



ANEXO No. 9

**PROCESO DE TITULACIÓN
CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR**

Samborondón, 06 de agosto de 2024

Magíster

Erika Ascencio Jordán

Unidad Académica: Facultad de Ingenierías, Arquitectura y Ciencias de la Naturaleza

Universidad Tecnológica ECOTEC

De mis consideraciones:

Por medio de la presente comunico a usted que el trabajo de titulación TITULADO: EVALUACIÓN AGRONÓMICA EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) VARIEDAD FERÓN, DE DOS FUENTES HÍDRICAS PARA RIEGO, CANTÓN YAGUACHI 2024., fue revisado, siendo su contenido original en su totalidad, así como el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la guía para su elaboración, por lo que se autoriza al estudiante BRIONES BARZOLA YANDRY PAUL, para que proceda con la presentación oral del mismo.

Atentamente,



**José Hernández Rosas, PhD.
Tutor(a)**



ANEXO No. 12

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR PARA LA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CON INCORPORACIÓN DE LAS OBSERVACIONES DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Samborondón, 12 de agosto de 2024

Magíster

Erika Ascencio Jordán

Unidad Académica: Facultad de Ingenierías, Arquitectura y Ciencias de la Naturaleza
Universidad Tecnológica ECOTEC

De mis consideraciones:

Por medio de la presente comunico a usted que el trabajo de titulación TITULADO: : EVALUACIÓN AGRONÓMICA EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) VARIEDAD FERÓN, DE DOS FUENTES HÍDRICAS PARA RIEGO, CANTÓN YAGUACHI 2024; fue revisado y se deja constancia que el estudiante acogió e incorporó todas las observaciones realizadas por los miembros del tribunal de sustentación por lo que se autoriza a: **BRIONES BARZOLA YANDRY PAUL**, para que proceda a la presentación del trabajo de titulación para la revisión de los miembros del tribunal de sustentación y posterior sustentación.

Atentamente,



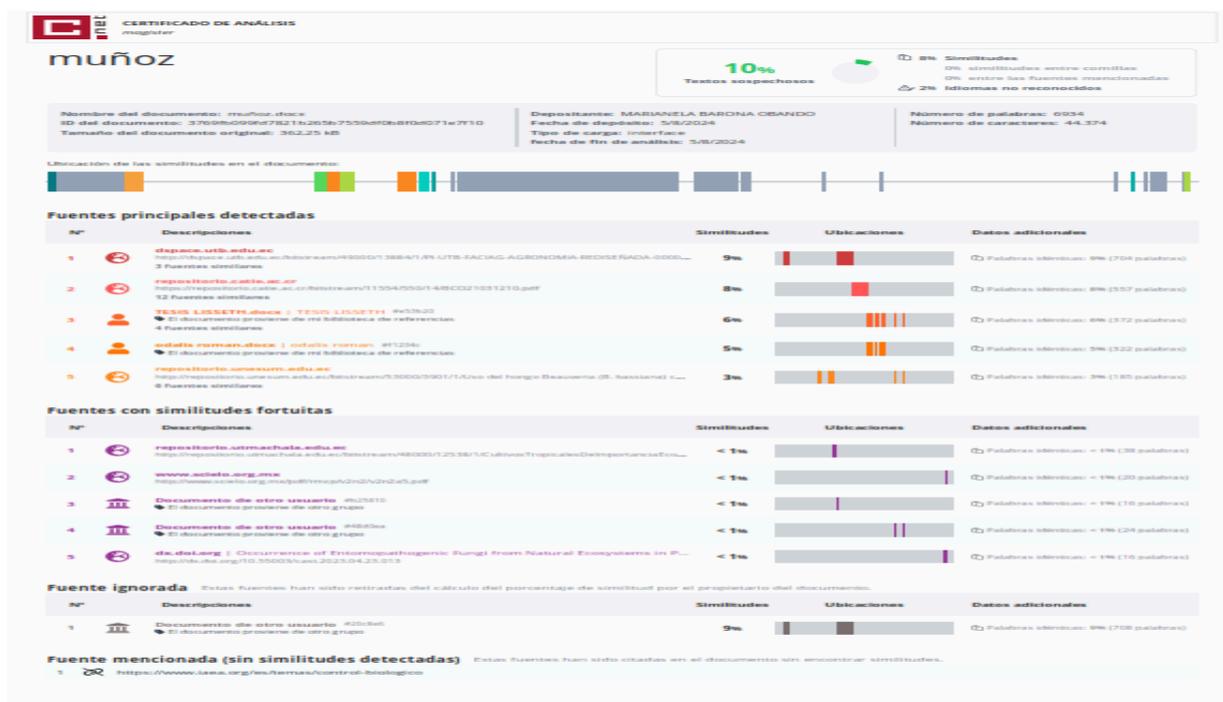
José Hernández Rosas, PhD.
Tutor(a)



ANEXO No. 10

PROCESO DE TITULACIÓN CERTIFICADO DEL PORCENTAJE DE COINCIDENCIAS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Habiendo sido revisado el trabajo de titulación TITULADO: EVALUACIÓN DEL CONTROL DE Oebalus insulares EN EL CULTIVO DE ARROZ *Oryza sativa* MEDIANTE EL USO DE Metarhizium, COLIMES 2024., elaborado por MUÑOZ MENDOZA JEREMMY MICKEY, fue remitido al sistema de coincidencias en todo su contenido el mismo que presentó un porcentaje del (10%) mismo que cumple con el valor aceptado para su presentación que es inferior o igual al 10% sobre el total de hojas del documento. Adicional se adjunta print de pantalla de dicho resultado.



Atentamente,



Creado digitalmente por
**JOSE IBRAHIM
HERNANDEZ ROSAS**

José Hernández Rosas, PhD.

Tutor(a)

Resumen

En la búsqueda de regenerar la productividad agrícola, el riego depende cada vez más de diversas fuentes hídricas. Este estudio se centró en analizar agronómicamente el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L., variedad Ferón) utilizando diferentes calidades de agua para la irrigación: agua de pozo y de río. Se llevó a cabo un experimento con un diseño completamente al azar (DCA), evaluando dos tratamientos con cuatro repeticiones cada uno. Se utilizó una prueba de Lsd Fisher con un nivel de confianza del 95% para el análisis estadístico. Los resultados mostraron que el agua de pozo tiene una mayor concentración de sodio (68.85%) en comparación con el agua de río (41.39%). Ambas fuentes se clasificaron en la categoría C2S1, lo que indica una salinidad moderada y un pH alcalino. En términos de rendimiento, el uso de agua de pozo resultó en un promedio de 19.05 macollas por planta, mientras que el tratamiento con agua de río mostró un promedio mayor de 23.25 macollas por planta. Esta diferencia, aunque pequeña, podría tener un impacto significativo a gran escala, posiblemente influenciada por los sedimentos o variaciones en la calidad del agua debido a factores ambientales. Es crucial considerar la frecuencia de riego para comprender cómo cada fuente de agua afecta el crecimiento y el rendimiento del cultivo de arroz, destacando la importancia de seleccionar adecuadamente la fuente de riego para maximizar la productividad agrícola.

Palabras claves: Alcalino, agua, calidad, regadío, salinidad.

Abstract

In the quest to regenerate agricultural productivity, irrigation increasingly relies on various water sources. This study focused on the agronomic analysis of rice cultivation (*Oryza sativa* L., Ferón variety) using different water qualities for irrigation: well water and river water. An experiment was conducted using a completely randomized design (CRD), evaluating two treatments with four repetitions each. A Fisher's LSD test with a 95% confidence level was employed for statistical analysis. The results indicated that well water has a higher sodium concentration (68.85%) compared to river water (41.39%). Both sources were classified in the C2S1 category, indicating moderate salinity and an alkaline pH. In terms of yield, the use of well water resulted in an average of 19.05 tillers per plant, while the river water treatment showed a higher average of 23.25 tillers per plant. This difference, although small, could have a significant impact on a larger scale, possibly influenced by sediment or variations in water quality due to environmental factors. It is crucial to consider irrigation frequency to understand how each water source affects the growth and yield of rice crops, highlighting the importance of selecting the appropriate irrigation source to maximize agricultural productivity.

Key words: Alkaline, water, quality, irrigation, salinity.

Índice

Índice de tablas	10
Índice de figuras	11
1. Introducción	12
1.1 Antecedentes del problema	12
1.1 Planteamiento y formulación del problema	14
1.1.1 Planteamiento del problema	14
1.1.2 Formulación del problema	15
1.2 Justificación de la investigación	15
1.3 Objetivo general	16
1.4 Objetivos específicos	16
2. Marco teórico	17
2.1 Estado del arte	17
2.2 Bases teóricas	19
2.2.1 Generalidades del cultivo	19
2.2.2 Taxonomía	19
2.2.3 Morfología	20
2.2.3.1 Raíz	20
2.2.3.2 Tallo	20
2.2.3.3 Hojas	21
2.2.3.4 Panícula	21
2.3 Fenología	21
2.3.1 Fase de desarrollo	21

2.3.2	Fase reproductiva	22
2.3.3	Fase de maduración	22
2.4	Manejo del cultivo	23
2.4.1	Preparación del suelo	23
2.4.2	Semilla y siembra	23
2.4.3	Fertilización	23
2.4.4	Manejo de malezas	24
2.5	Cosecha	24
2.6	Salinidad	24
2.7	pH	25
2.8	Conductividad eléctrica (CE)	26
2.9	Aniones y cationes del agua y suelo	26
2.9.1	Aniones	26
2.9.2	Cationes	27
2.9.2.1	Sodio (Na⁺)	27
2.9.2.2	Calcio (Ca²⁺)	27
2.9.2.3	Magnesio (Mg²⁺)	28
2.9.2.4	Potasio (K⁺)	28
2.9.2.5	Hierro (Fe²⁺)	28
2.10	Propiedades del agua	28
2.10.1	Propiedades físicas del agua	28
2.10.1.1	Temperatura	28
2.10.1.2	pH	29

2.10.1.3	Oxígeno disuelto (OD)	29
2.10.1.4	Potencial redox	29
2.10.1.5	Alcalinidad	29
2.11	Calidad de agua	29
2.11.1	Alto contenido de sodio o altos valores de RAS	31
2.11.2	Porcentaje de sodio intercambiable (PSI)	32
2.11.3	Porcentaje de sodio soluble (PSS)	32
2.11.4	Toxicidad	32
3.	Materiales y métodos	34
3.1	Delimitación de la investigación	34
3.1.1	Espacio	34
3.1.2	Tiempo	34
3.1.3	Población	35
3.2	Enfoque de la investigación	35
3.1.1	Tipo de investigación	35
3.1.2	Diseño de investigación	35
3.3	Metodología	35
3.3.1	Variables	35
3.3.1.1	Variable independiente	35
3.3.2	Hipótesis	36
3.3.3	Diseño experimental	36
3.3.4	Recursos Equipos:	37
3.3.5	Métodos y técnicas	38

3.3.6	Análisis estadístico	39
3.3.7	Cronograma de actividades	40
4.	Resultados	41
5.	Discusión	48
6.	Conclusiones	51
7.	Recomendaciones	53
8.	Referencias	54
9.	Anexos	66

Índice de tablas

Tabla 1. Tratamiento de estudio	36
Tabla 2. Delimitación del experimento	36
Tabla 3. Presupuesto del ensayo experimental	38
Tabla 4. Esquema de análisis de varianza	40
Tabla 5. Caracterización las fuentes de riego.	41
Tabla 6. Altura (cm) promedio según la fuente de agua para riego.	42
Tabla 7. # de macollas promedio según la fuente de agua para riego	43
Tabla 8. #de panículas por planta promedio según la fuente de agua	44
Tabla 9. Rendimiento del cultivo de arroz según la fuente de agua.	44
Tabla 10. Análisis de Fisher del número de macollas por planta	45
Tabla 11. Análisis de Fisher de la altura de planta en el cultivo de arroz.	46
Tabla 12. Análisis de Fisher del rendimiento en el cultivo arroz.	47

Índice de figuras

Figura1. Ubicación del ensayo experimental	34
Figura 2. Cronograma de actividades	40
Figura 3. Tendencia del crecimiento de la planta según la influencia del agua de riego.....	46

1.Introducción

1.1 Antecedentes del problema

La problemática con la calidad del agua para riego por diversos factores es de carácter global debido a su impacto en la mayoría de los cultivos y al riesgo de disminuir la productividad agrícola. Estos inconvenientes pueden darse en cualquier condición climática como resultado de actividades naturales o antropogénicas. Es importante tomar en consideración las investigaciones efectuadas en el continente asiático, donde la salinización en el suelo ha ido aumentando significativamente alrededor del 0,75% anual, durante las últimas décadas, y la superficie afectada por la sal es de 0,83 millones de hectáreas en 1973, para el año 2009 ha pasado a 1,06 millones de hectáreas perjudicadas (Islam et al., 2021).

Las extensiones de suelos salinos comprenden la costa de las regiones áridas y semiáridas del mundo, donde la lluvia es insuficiente para lixiviar las sales minerales fuera de la zona de las raíces (Shahid et al., 2018). La accesibilidad a variedades de arroz tolerantes a la salinidad es particularmente importante para mantener rendimientos relativamente altos, teniendo en cuenta que el arroz es uno de los cultivos con menos tolerancia a la sal y que la mayoría de las áreas arroceras en todo el mundo se encuentran cerca de ríos y en áreas costeras que tienen agua salada (Fogliatto et al., 2019).

Los territorios costeros donde se cultiva arroz comprenden alrededor del 30 % del área total disponible para cultivar y se han enfrentado a un aumento tasa de salinización del suelo desde la década de 1980 (SRDI, 2010). Mismas que en esta zona incluyen el uso extensivo de agua salinas por camaroneras y cultivos de sal, la

sedimentación de ríos debido a la reducción de la descarga aguas arriba y desastres naturales inducidos por el cambio climático, por ejemplo, menores precipitaciones, conlleva a menos intrusión de agua e inundaciones costeras regulares (Al- Mamun et al., 2014; Chowdhury et al., 2011).

Según el informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura “FAO”, sobre el estado de los recursos del suelo en el mundo en el año 2015, afirman que la distribución de los suelos afectados por la sal, como suelos salinos y suelos sódicos varía según las regiones. Asia del Norte y Central, tiene la mayor cantidad de suelos afectados por la sal, tiene más suelos sódicos de 120,2 megahectáreas “Mha”, que suelos salinos de 91,5 Mha. Por otra parte, el continente africano alberga casi el 63% del total de suelos salinos del planeta (Want et al., 2019). Es así que casi el 20% de las tierras irrigadas del mundo, repartidas en 120 países, están salinizadas y están aumentando debido al cambio climático y la gestión insostenible del riego y suelos (Kahime et al., 2018).

Únicamente en América latina 31,000,000 Has presentan este inconveniente, destacando Colombia, Perú, México, Ecuador y Chile como los países con mayor presencia de esta problemática. Perú es el tercer país productor de arroz con más de tres millones de toneladas de arroz en cáscara con sistemas de siembra por trasplante y riego de inundación durante todo el periodo del cultivo, cuyos volúmenes atribuidos por hectárea varían de 12,000 a 20,000 m³/ha el cual también va a incidir el efecto de la salinidad lo que con lleva a menos cantidad de producción por ha, dado que, estando ubicado en una región costera, tendrá incidencias con el agua de mar (Laynes., 2021).

En Ecuador se reconocen altos niveles de salinización en los territorios de

Guayas (66.698 has), El Oro (4.943 has) y Manabí (1.165 has) siendo estas cifras vez más progresivas, la cual se expande a la formación de suelos halomórficos, como acontece en la zona costera de la cuenca del río Guayas. Daule y Los Ríos, siendo predominante Babahoyo y sus afluentes, por acción de las mareas donde se introduce agua de mar que ocasionan perjuicios en los suelos, no solo en las riberas, sino tierra adentro, por medio de los esteros y por medio de canales de riego (Vecilla., 2020).

La situación de salinidad se debe a la intrusión salina del río Babahoyo, que se incorpora por medio de los canales de riego y los esteros, seguido a un drenaje deficiente (Pozo & Sanfeliu., 2010). El rendimiento del arroz en los suelos del cantón Yaguachi tienen una condición baja, puesto que el nivel de sustentabilidad en estos suelos es factor importante de evaluación, de lo cual se puede inducir diversas opciones para disminuir el efecto negativo causado por el estrés salino (Mora, 2021). Las altas concentraciones de sales solubles, aumentan el potencial osmótico de la solución del suelo, ocasionando estrés fisiológico, lo que da como resultado a una reducción del crecimiento para las plantas de arroz, y así convirtiéndose en suelos improductivos (Acosta, 2020).

1.1 Planteamiento y formulación del problema

1.1.1 Planteamiento del problema

El arroz es uno de los principales cultivos de Ecuador, vital para la economía, especialmente en zonas como el cantón Yaguachi, donde es el sustento de muchas familias. Sin embargo, el éxito de este cultivo se ve amenazado por factores como la salinidad, que afecta el crecimiento y desarrollo del arroz (Paredes C. et al., 2021). La salinidad del agua de riego es crítica, con la FAO indicando que aguas con una

conductividad eléctrica (CE) inferior a 0,7 dS/m no presentan restricciones, mientras que aquellas con CE superior a 3,0 dS/m tienen restricciones severas. Además, la calidad del agua influye en la estructura del suelo y su capacidad para absorber agua, afectando el rendimiento del cultivo (Paredes C. et al., 2021). La salinidad en el suelo, dependiendo de la fuente de agua, altera el metabolismo del nitrógeno y los azúcares, reduce la fotosíntesis y aumenta el estrés oxidativo, lo que lleva a una disminución en el rendimiento del arroz. Estos desafíos se agravan por el cambio climático y las prácticas agrícolas inadecuadas, subrayando la necesidad de tecnologías y variedades de arroz adaptadas para asegurar buenos rendimientos en condiciones desfavorables (Orosco et al., 2018).

1.1.2 Formulación del problema

¿Cómo influyen las diferentes fuentes hídricas utilizadas para riego en el rendimiento agronómico del cultivo de arroz (variedad Ferón) en el cantón Yaguachi en época seca 2024?

1.2 Justificación de la investigación

El presente proyecto está focalizado en demostrar si existen diferencias respecto a variables agronómicas al utilizar distintas fuentes de agua para riego en el cultivo de arroz variedad (Feron), por medio de un ensayo en campo compuesto por: dos tratamientos y junto a ellos cuatro repeticiones por cada uno, realizando el mismo tipo de siembra y los mismos manejos agronómicos para ambos, pero a diferencia de que las captaciones de agua para el riego, un tratamiento será con agua de pozo y otro con agua de río. Este proyecto se realizará debido a que la presencia de aguas salubres y fuentes hídricas por la presencia del cambio ambiental han comenzado a disminuir y

dichas fuentes presentan condiciones inferiores a las necesarias para riego.

Como finalidad de este proyecto de investigación será el determinar cuál fuente de riego es la más conveniente y eficaz para un correcto crecimiento, desarrollo y asegurar un rendimiento adecuado y favorable, así mismo que beneficie al agricultor para obtener buenas rentabilidades económicas.

1.3 Objetivo general

Analizar agronómicamente el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) variedad (ferón) a la aplicación de dos fuentes hídricas para riego.

1.4 Objetivos específicos

- Caracterizar las fuentes de riego mediante análisis físico químico para establecer las calidades de agua.
- Evaluar el efecto de la calidad del agua en el desarrollo agronómico del cultivo de arroz mediante monitoreo en campo.
- Comparar la calidad del agua y su afectación al desarrollo de las características agronómicas de la variedad (feron) mediante análisis estadístico.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

De acuerdo a información publicada en un artículo del continente asiático realizado en Hunan, Changsa, China explica que, el arroz es la primera opción de cultivos de cereales para mejorar la calidad y la eficiencia de las tierras salinas- álcalis, pero la mayoría de los cultivares de arroz son sensibles al estrés por salinidad con un umbral límite de conductividad eléctrica (CE) de alrededor de 3 deciSiemens por metro (dS/m) (Zuo et al., 2024; Wan et al., 2019; Samuel., 2021; Perez-Dominguez et al., 2021; Coca., 2023).

La salinidad impide la capacidad de las plantas para absorber agua, lo que provoca reducciones en la tasa de crecimiento, además una serie de cambios metabólicos parecidos a los que causa el estrés hídrico (Flores., 2020; Perez-Dominguez et al., 2021; Medina., 2022). Hay ciertos efectos específicos de la sal que luego tengan un impacto en el crecimiento; Si entran en grandes cantidades de sal en la planta, la sal aumentará a niveles tóxicos en las hojas más viejas que transpiran, provocando senescencia prematura y minimizando el área foliar fotosintética de la planta tanto que no puede sostener el crecimiento (Guo et al., 2024; Shan et al., 2024); Rodríguez et al., 2019).

Por otro lado, estudios realizados por la Universidad de California (UC) y bajo condiciones de invernadero controladas por el Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de los EE. UU, afirman que el arroz es más sensible a la salinidad de lo que se sugiere actualmente; experimentos realizados en campo determinan que una salinidad estacional promedio del agua de riego superior a 1,9

deciSiemens por metro (dS/m) puede disminuir el rendimiento de las gramíneas; las directrices actualmente establecen que la salinidad afecta el rendimiento del arroz en 3,0 dS/m o más (Hasan et al., 2024); Gaibor., 2019; Català et al., 2019; Sigueñas et al., 2019; Zambrano., 2021).

Los cambios provocados por las altas concentraciones de sal en la estructura de las plantas, incluidas las hojas, están estrechamente relacionados con las actividades fisiológicas y bioquímicas de estas mismas. (Zafar et al., 2024). Las reducciones en la tasa fotosintética, el metabolismo, el daño ultraestructural y la mortalidad sucesiva de las hojas están estrechamente asociados con la acumulación de sal en las hojas (Mendonca et al., 2020; Mora et al., 2020). Por ejemplo, las plantas de arroz sometidas a estrés por “Cloruro de sodio” o llamada “sal sódica” las células de las hojas también pueden resultar dañadas por la transpiración y, por tanto, provocar una inhibición del crecimiento del cultivo (Munns et al., 2006; Enríquez-Acosta., 2023).

Por otro lado, estudios realizados por Wei et al. (2023), exponen que el incremento, del estrés por salinidad en la temprana etapa de una plántula aumenta significativamente la mortalidad de las hojas de arroz. La mortalidad de las hojas en esta etapa varía de 0 a 100% cuando se exponen a sales de sodio durante más de una semana, ocasionando en poco tiempo una reducción en el crecimiento y desarrollo del cultivo.

Puesto que los efectos de la salinidad inciden de manera evidenciar en varias de las etapas fenológicas del cultivo de arroz, investigaciones realizadas por (Tabassum et al., 2021); Batista-Sánchez et al., 2022; Mavi et al., 2023; García et al., 2019; Vecilla., 2020) explicaron que, dentro de las fases vegetativas y reproductivas referente a los

parámetros morfofisiológicos del cultivo de arroz, los efectos más notorios del estrés salino son la inhibición de la germinación de las semillas, accionando esto una reducción y retraso en el crecimiento de raíces y brotes, el número de granos por panícula, reducción en el número de tallos, la viabilidad del polen, y retrasos en el establecimiento de semillas y aparición de espiguillas estériles, reducción de la acumulación de materia seca, desarrollo defectuoso del área foliar y efectos que ocasiona directamente sobre el establecimiento de la superficie del cultivo.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Generalidades del cultivo

El arroz (*Oryza sativa* L.) es el grano más consumido en el mundo después del trigo. Aporta más del 50% de las calorías a la alimentación de la mitad de la población mundial, El arroz es de importancia sociocultural y económica, tradicionalmente ha sido uno de los sectores productivos más organizados y con mayor acogida en muchos países asiáticos y latinoamericanos (Yang et al., 2024).

Por consiguiente, se tiene claro que los mayores productores de arroz (China, Indonesia e India) figuran como los mayores consumidores representando un 60% a nivel mundial de esta gramínea, el 94% de la producción Global se concentra en Asia puesto que sus condiciones climáticas favorecen el rendimiento por Ha, dando como resultado un mejor rendimiento al momento de la cosecha (Yang et al., 2024).

2.2.2 Taxonomía

Acevedo et al., 2006 menciona que la taxonomía del arroz es la siguiente:

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Commelinidae

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Bambusoideae Tribu: Oryzeae

Género: *Oryza*

Especie: *Oryza sativa* L.

2.2.3 Morfología

El cultivo de arroz dispone de varios órganos vegetativos:

2.2.3.1 Raíz

En cuanto a las raíces en las primeras etapas de crecimiento de la planta de arroz son cremosas, ramificadas y vistosamente gruesas; en el desarrollo se alargan y es en este periodo que se vuelven flácidas con ramificación abundante. Este cultivo cuenta con dos tipos de raíces (seminales y adventicias), las raíces seminales viven corto tiempo dando lugar a las adventicias, las cuales resultan de los nudos subterráneos de los tallos. Las raíces adventicias son fibrosas con raíces secundarias y pelos radicales (Ali et al., 2023; Sánchez, 2020).

2.2.3.2 Tallo

El arroz es una gramínea que posee tallos cilíndricos y huecos compuestos por nudos y entre nudos en número variable dependiendo de variedad. Los entrenudos de la base no se elongan, lo cual permite que la base del tallo sea sólida. Del tallo principal se surgen los vástagos o macollas, conocidas comúnmente como hijos o tallos

secundarios (Guerrero, 2019; Sánchez, 2020).

2.2.3.3 Hojas

Las hojas de las plantas de arroz se desarrollan en los tallos y la hoja superior que se encuentra bajo de la panícula conocida como hoja bandera esta se caracteriza por ser más corta y ancha que las demás. En una hoja totalmente completa se distinguen la vaina y la lámina (Sánchez, 2020; Kaewchuay et al., 2024; Guerrero, 2019).

El cuello se encuentra la lígula, es una membrana de 1 a 1,5 cm de largo y la aurícula tiene una longitud de 2 a 4 cm sus orillas son filosas.

2.2.3.4 Panícula

Corresponde a la floración propia de la planta de arroz, y estas pueden ser abiertas, compactas e intermedias, dependiendo del ángulo que formen las ramificaciones al surgir del eje de la panícula. El peso juega un papel fundamental este al igual que el número de espiguillas por panícula son variable dependiendo a la variedad (Zhu et al., 2024).

2.3 Fenología

Este es el periodo en el cual se dan las transformaciones en el caso del cultivo de arroz su fenología está marcada desde la germinación hasta la cosecha del cultivo.

2.3.1 Fase de desarrollo

La etapa de desarrollo se clasifica en (da Silva et al., 2020; Zhu et al., 2024; Vera, 2019):

Etapa 0: Germinación o emergencia, esta va desde la siembra hasta la aparición de la primera hoja a través del coleóptilo, proceso que demora de 5 a 10 días.

Etapa 1: Plántula, periodo desde la emergencia hasta antes de aparecer el primer hijo o macollo, tarda de 15 a 20 días.

Etapa 2: El Macollamiento, desde que surge el primer hijo o macollo hasta cuando la planta alcanza el número máximo de ellos. Su duración depende del ciclo de vida de la variedad, en variedades precoz varía entre 25 y 35 días y en las tardías de 35 - 50 días.

Etapa 3: La elongación del tallo, cuando el cuarto entrenudo del tallo principal empieza a pronunciarse por su longitud, hasta el comienzo de la siguiente etapa, varía de cinco a siete días.

2.3.2 Fase reproductiva

Según Weiyuan et al. (2024), esta fase corresponde al periodo en el cual se dan las siguientes etapas:

Etapa 4: Iniciación de la panícula o primordio, cuando se inicia el primordio de la panícula en el punto de crecimiento, hasta cuando la panícula es visible como "punto de algodón". Tiene un lapso de 10 a 11 días.

Etapa 5: Desarrollo de la panícula, desde cuando la panícula se aprecia con una estructura algodonosa, hasta cuando la punta de ella está por debajo del cuello de la hoja bandera. Esta etapa demora entre 15 y 16 días.

Etapa 6: La floración, etapa se suma importancia que se da desde la salida de la panícula de la vaina de la hoja bandera hasta cuando se completa la antesis en toda la panícula. Tiene una duración de 7 a 10 días.

2.3.3 Fase de maduración

En la fase de maduración empieza en el llenado de grano del arroz (Huang et

al., 2021):

Etapa 7: Grano lechoso, empieza por la fertilización de las flores hasta cuando las espiguillas están totalmente llenas de un líquido lechoso. Varía de siete a 10 días.

Etapa 8: Grano pastoso, cuando el líquido que contiene los granos se aprecia con una textura o consistencia lechosa, hasta cuando es pastosa y dura. Su periodo es de 10 a 13 días.

Etapa 9: Grano maduro, esta etapa es cuando ya los granos presentan una consistencia pastosa, hasta cuando están totalmente maduros. Su tiempo es de 6 a 7 días.

2.4 Manejo del cultivo

2.4.1 Preparación del suelo

Este proceso se realiza bajo condiciones de terreno seco o inundado. Siendo el primer caso, se usan labores solas o combinadas de arado, rastra, romplow; y en el caso de ser suelo inundado, se añade el “fanguero” (Adeluyi et al., 2021; Bueno & Lafarge, 2009).

2.4.2 Semilla y siembra

Para procurar una óptima germinación y establecimiento del cultivo, se recomienda el uso de semilla certificada y está también nos asegura mayor rendimiento.

En cuanto a los métodos de siembra estos corresponden al de siembra directa donde se esparce la semilla pregerminada al voleo practica que se realiza manualmente en cantidades 120 kg, el otro tipo de siembra es el de trasplante donde en el cual se deben realizar semilleros y para tal se usa entre 60 a 90 kg ha y, los

distanciamientos de siembra en trasplante corresponden 30x25, 25x25, y 30x30 cm. (Adeluyi et al., 2021).

2.4.3 Fertilización

Para una óptima fertilización en el cultivo se debe realizar mediante el requerimiento nutricional y en base a la interpretación del análisis químico-físico previamente realizado al suelo, la aplicación de los macronutrientes como el Fosforo (P) y Potasio (K) se la realiza en la etapa cero que es en la preparación del terreno o al trasplante o siembra directa, en cuanto al nitrógeno, este se lo fracciona en tres etapas a los 15, 30 y 45 días después de la fertilización de base, Igual recomendación se mantendrá para fertilizaciones de arroz en siembra directa (Mosquera, 2022; Celi y Mosquera, 2020).

2.4.4 Manejo de malezas

La propagación de malezas en el cultivo de arroz por competencia de espacio, nutrientes y agua ocasionan pérdidas de hasta un 40% la producción de arroz bajo riego y más del 70% en siembras de secano. Para un eficiente manejo de malezas se debe impedir que las semillas de gramíneas y leguminosas germinen con la aplicación herbicidas para el manejo de estas, además, se debe realizar una adecuada nivelación del suelo en el arroz bajo riego y usar una lámina de agua de 5 cm de altura aportara una gran ayuda (Mosquera, 2022; Celi & Mosquera, 2020).

2.5 Cosecha

El proceso de cosecha del arroz de en la madurez fisiológica y sus granos están llenos lo cual puede ocurrir entre 120 a 135 días dependiendo de la variedad sembrada (Celi & Mosquera, 2020).

2.6 Salinidad

La salinidad es uno de los principales factores abióticos; es causada por diferentes factores, incluida la plantación de cultivos agrícolas cerca de las zonas costeras. Tiene un impacto directo en la calidad de los suelos agrícolas y afecta significativamente el potencial agrícola de los cultivos (Rossatto et al., 2023).

En relación a la problemática expuesta, los efectos causados por la presencia de sales en las superficies agrícolas son reducción de la expansión de las plantas, vigor radicular, inhibición y retardo del crecimiento y desarrollo, marchitez acelerada, inhibición del proceso fotosintético, pérdida de turgencia, inestabilidad del pH celular, daño a la membrana, toxicidad iónica, desequilibrio osmótico, desequilibrio hídrico, entre otros (Zhang et al., 2023).

Alrededor del 6% de la tierra cultivable del mundo se encuentra afectada por las sales, lo que representa más de 950 millones de hectáreas, con pérdidas económicas que ascienden a los 13 mil millones de dólares en producción agrícola (FAO, 2020).

Cabe señalar que hay dos tipos de salinización: natural y antropogénica. El primero está estrechamente asociado con el nivel freático de origen marino y los efectos de la salinidad antropogénica se ocasiona por las intrusiones marinas en las zonas costeras, los minerales primarios que forman las rocas, la degradación de sales transportadas por el viento, las filtraciones, el flujo capilar ascendente debido a la evapotranspiración (Tomaz et al., 2020).

Debe señalarse que, en condiciones de estrés salino, las plantas absorben una gran cantidad de sales, las cuales son transferidas desde la solución del suelo a las células externas del sistema radicular, a los vasos del xilema ubicados en la radícula y,

a su vez, son transportadas desde las raíces a los brotes; luego al flujo transpiratorio a través de las hojas, que finalmente inhibe la absorción de nutrientes por parte de la planta (Ganapati et al., 2022).

2.7 pH

El pH óptimo para el arroz es 6,6, pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, y la disponibilidad de fósforo son altas y, además, las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos, están por debajo del nivel tóxico (Gouda et al., 2024).

2.8 Conductividad eléctrica (CE)

La conductividad eléctrica es la capacidad de un agua para conducir electricidad. Crece con el contenido de iones disueltos En la conductividad de un agua influye no sólo la concentración iónica, sino el tipo de iones (carga eléctrica, estado de disociación, movilidad, etc) (Gouda et al., 2024). Todos los valores de conductividad están referidos a una temperatura de referencia de 25° C, su unidad de medida es $\mu\text{S/cm}$ (Panneerselvam et al., 2024).

2.9 Aniones y cationes del agua y suelo

2.9.1 Aniones

Cloruros (Cl⁻)

Es una sal soluble, en el agua no oxida ni reduce en aguas naturales, están asociados con el ion Na⁺ y, se lo puede encontrar en concentraciones de 10 y 250 ppm en aguas dulces, contenidos elevados son perjudiciales para muchas plantas y confieren corrosividad a las aguas (Gouda et al., 2024; Panneerselvam et al., 2024).

Sulfatos (SO₄²⁻)

Es una sal soluble, en agua pura el SO₄Ca satura a 1500 ppm, y en agua salina puede llegar hasta 7200 ppm. Se encuentran en concentraciones entre 2 y 150 ppm en aguas dulces (Gouda et al., 2024; Panneerselvam et al., 2024).

Nitrato (NO₃⁻)

El ión nitrato tiene tendencia a ser estable, pero en medios reductores puede pasar a N₂ o NH₄⁺ o excepcionalmente a NO₂⁺. La mayoría de los compuestos nitrogenados pasan a NO₃⁻ en medio oxidante, aunque NH₄⁺ puede perderse en parte como N₂. En el suelo puede fijar el NO₃⁻, en especial el suelo vegetal. El ión nitrato se encuentra normalmente en concentraciones entre 0,1 y 10 ppm (Gouda et al., 2024; Panneerselvam et al., 2024).

2.9.2 Cationes

2.9.2.1 Sodio (Na⁺)

Es muy soluble y difícil de precipitar. Suele ir asociado al ion Cl⁻, aunque no siempre sucede. Las aguas naturales con concentraciones elevadas de Na⁺ suelen tener contenidos elevados de F⁻. Se pueden encontrar en concentraciones de Na⁺ entre 1 y 150 ppm en aguas dulces. Las aguas con concentraciones elevadas en sodio son perjudiciales a las plantas al reducir la permeabilidad del suelo; son especialmente nocivas si las concentraciones de Ca y Mg son bajas (Gouda et al., 2024; Panneerselvam et al., 2024).

2.9.2.2 Calcio (Ca²⁺)

Es una sal soluble fácil de precipitar como CO₃Ca, este suele ser el catión principal en la mayoría de las aguas naturales debido a su amplia difusión en rocas

ígneas, sedimentarias y metamórficas. Las concentraciones de calcio en el agua dulce varían de 10 a 250 ppm, pudiendo llegar hasta 600 ppm en terrenos yesíferos. El mayor inconveniente va asociado de dureza y producción de incrustaciones (Gouda et al., 2024; Panneerselvam et al., 2024).

2.9.2.3 Magnesio (Mg²⁺)

Posee propiedades similares al calcio, pero más soluble y algo difícil de precipitar. El ion Mg²⁺ es menos abundante las aguas naturales, que el Ca²⁺. En aguas dulces naturales el contenido en ión Mg²⁺ no suele sobrepasar 40 ppm. En terrenos calcáreos pueden elevarse hasta 100 ppm y en terrenos evaporíticos pueden alcanzar valores de 1,000 ppm (Panneerselvam et al., 2024).

2.9.2.4 Potasio (K⁺)

Es un elemento soluble y difícil de precipitar. Este ion tiende a fijarse irreversiblemente en procesos de formación de arcillas y de adsorción en las superficies de minerales con alta capacidad de intercambio iónico, por ello su concentración en aguas subterráneas naturales es generalmente mucho menor que la del Na²⁺. Las concentraciones de K⁺ varían de 1 a 10 ppm en aguas dulces. Contribuye a la dureza del agua (Panneerselvam et al., 2024).

2.9.2.5 Hierro (Fe²⁺)

Puede estar en los estados de valencia 2+ y 3+ La concentración de este elemento en el agua está controlada por procesos de equilibrio químico como oxidación-reducción, precipitación y disolución de hidróxidos, carbonatos y sulfuros (Li et al., 2024; Verma et al., 2024).

2.10 Propiedades del agua

2.10.1 Propiedades físicas del agua

2.10.1.1 Temperatura

La temperatura de las aguas subterráneas varía muy poco, y responden a la media anual de las temperaturas atmosféricas del lugar y se incrementan como producto de la profundidad debido al gradiente geotérmico (1 °C) cada 33 m (Panneerselvam et al., 2024).

2.10.1.2 pH

Se puede medir el grado de acidez o basicidad de una disolución acuosa a través de la siguiente relación: $\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$. Las sustancias disueltas pueden alterar el equilibrio de disociación del agua, alterando por lo tanto el pH. Aguas con $\text{pH} < 7$ suelen ser agresivas, $\text{pH} > 9$ crean dificultades en las plantas (Gouda et al., 2024).

2.10.1.3 Oxígeno disuelto (OD)

La importancia procede del hecho de su capacidad de oxidación de diferentes tipos de elementos que se encuentran en forma reducida y de modificando la solubilidad de los mismos (Panneerselvam et al., 2024).

2.10.1.4 Potencial redox

El potencial redox es una medida de la actividad de los electrones. Está relacionado con el pH y con el contenido de oxígeno. Es análogo al pH ya que el pH mide la actividad de protones y el potencial redox mide la actividad de los electrones (Panneerselvam et al., 2024).

2.10.1.5 Alcalinidad

En la mayoría de las aguas naturales la alcalinidad está producida prácticamente por los iones carbonato y bicarbonato (Panneerselvam et al., 2024).

2.11 Fuentes hídricas

Las fuentes hídricas son cuerpos de agua naturales o artificiales que suministran agua a los ecosistemas, la agricultura, las industrias y las comunidades humanas. Estas incluyen ríos, lagos, lagunas, acuíferos subterráneos, manantiales, embalses y mares. Las fuentes hídricas son esenciales para el riego agrícola, el suministro de agua potable, la generación de energía hidroeléctrica, y mantienen la biodiversidad en los ecosistemas. La gestión sostenible de estas fuentes es crucial para garantizar su disponibilidad y calidad a largo plazo (Barzan et al., 2023; Weiyuan et al., 2024).

2.12 Calidad de agua

La calidad del agua de riego se refiere a su idoneidad para su uso y una buena calidad tiene el potencial para permitir la producción máxima si se siguen prácticas acertadas en el manejo del agua. Sin embargo, si se riega con agua de mala calidad, se reducirá los rendimientos a menos que se adopten prácticas de cultivo especiales para mantener o restaurar la máxima capacidad de producción bajo un conjunto de condiciones dadas (Verma et al., 2024).

Criterios principales para definir la calidad del agua de riego. En base a los parámetros físicos, químicos es posible interpretar si la calidad del agua es apta para riego. Salinidad del agua: Es probablemente el criterio más primordial en la calidad del agua destinada para riego y ocurre cuando la cantidad de sales en el agua es suficientemente elevada de tal forma que estas se acumulen en el sistema de raíces, lo cual provoca dificultad en las plantas para extraer el agua.

Esto se utiliza mediante la aplicación de la escala de calidad de agua de Riverside es un sistema utilizado para clasificar la idoneidad del agua de riego en

función de su salinidad y contenido de sodio. Desarrollada originalmente en la región de Riverside, California, esta escala se ha utilizado ampliamente para evaluar la calidad del agua en términos de su impacto potencial sobre los cultivos y la estructura del suelo.

Componentes principales de la escala:

2.12.1 Conductividad Eléctrica (CE):

Mide la cantidad de sales disueltas en el agua.

Clasificación:

C1: Agua con baja salinidad (<0.25 dS/m), apta para la mayoría de los cultivos y suelos.

C2: Agua con salinidad moderada ($0.25 - 0.75$ dS/m), puede utilizarse en suelos con buen drenaje y cultivos moderadamente tolerantes a la salinidad.

C3: Agua con salinidad alta ($0.75 - 2.25$ dS/m), requiere suelos bien drenados y cultivos con alta tolerancia a la salinidad.

C4: Agua con salinidad muy alta (>2.25 dS/m), limitada para riego salvo en suelos especiales y con cultivos muy tolerantes a la salinidad.

2.12.2 Relación de Adsorción de Sodio (RAS):

Indica la proporción de sodio respecto al calcio y magnesio en el agua.

Clasificación:

S1: Bajo riesgo de sodicidad (RAS <10), el agua es segura para la mayoría de los suelos.

S2: Riesgo moderado de sodicidad (RAS $10-18$), el agua puede causar problemas en suelos de textura fina.

S3: Riesgo alto de sodicidad (RAS 18-26), requiere un manejo especial como el uso de enmiendas de yeso.

S4: Riesgo muy alto de sodicidad (RAS >26), su uso para riego es problemático y solo es posible en situaciones muy controladas.

2.12.3 Alto contenido de sodio o altos valores de RAS

Aguas con alto sodio o Alta Relación de Absorción de Sodio (RAS) usadas para riego muchas veces resultan en problemas de permeabilidad en el suelo debido a los altos niveles de Na con respecto al nivel del Ca y Mg. Aguas con valores RAS que pasen de 6 a 9, originan problemas de permeabilidad en suelos propensos a contracción esponjamiento (Li et al., 2024).

2.12.4 Porcentaje de sodio intercambiable (PSI)

Este parámetro es utilizado para estimar el problema de permeabilidad esperado en el suelo después de un período de uso del agua de riego de un RAS alto; éste es medido en el suelo por el PSI (Porcentaje de Sodio Intercambiable) (Verma et al., 2024).

2.12.5 Porcentaje de sodio soluble (PSS)

El sodio es uno de los factores que influyen en la calidad de agua, por su efecto en el suelo y en la planta. El método más usado y que es calculado por la fórmula:

$\%100 \text{ Cationes Na PSS}$ Para aguas que tienen menos de 10 meq/l de sales totales el límite permisible es 80% y para aguas en mayor contenido de sales, 60% es considerado como peligroso (Panneerselvam et al., 2024).

2.12.6 Toxicidad

La toxicidad en algunos constituyentes tiene efecto tóxico directo sobre los

cultivos, es decir que, a diferencia de la salinidad, que es un problema externo de la planta y que dificulta la absorción de agua, la toxicidad es un problema interno que se produce cuando determinados iones, absorbidos principalmente por las raíces, se acumulan en las hojas mediante la transpiración, llegando a alcanzar concentraciones nocivas. Los iones tóxicos más frecuentes y, por tanto, con los que más cuidado hemos de tener son el cloro, sodio y boro, Problemas relacionados con la calidad del agua, se mencionan a continuación (Huang et al., 2021).

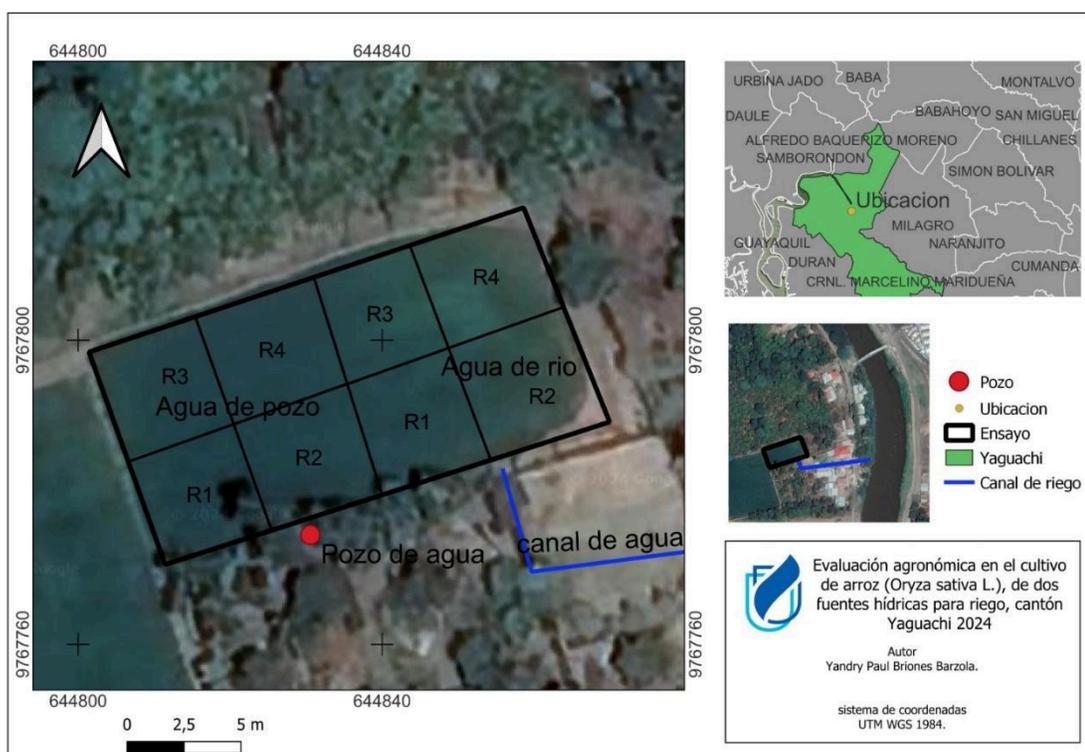
3. Materiales y métodos

3.1 Delimitación de la investigación

3.1.1 Espacio

El presente trabajo de investigación experimental se realizó en el predio del señor Fausto Briones Poveda, en el cantón San Jacinto de Yaguachi, provincia del Guayas, vía recinto Vuelta Larga, constituye un área de 0.18 Has y se localiza entre las siguientes coordenadas Norte 9767800.00 m – Este 644840.00 m como se muestra en la imagen 1:

Figura 1. Ubicación del ensayo experimental



Fuente: Google Earth, (Briones 2024).

3.1.2 Tiempo

Este trabajo experimental tuvo una duración de cuatro meses en lo que respecta

del año 2024, donde se trabajó en el ensayo y en la tabulación de datos obtenidos a lo largo del mismo.

3.1.3 Población

Este ensayo experimental va dirigido a una población de 60.958 habitantes, que conforman el cantón Yaguachi, el cual está directamente relacionado con: productores del sector, consumidores y demás individuos que están relacionados con este trabajo, obtenido de INEC, (2010).

3.2 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Este ensayo tiene un enfoque de tipo aplicada de campo, experimental y de laboratorio.

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño propuesto para este ensayo experimental es un diseño completamente al azar (DCA), del cual se evaluaron dos tratamientos con cuatro repeticiones, con la finalidad de determinar cuál es la mejor fuente hídrica para riego y la obtención de mejores rendimientos y características deseables en la planta de arroz (*Oryza sativa* L.) sea de beneficio para al agricultor y a la población en general.

3.3 Metodología

3.3.1 Variables

Según el tipo de investigación, se tomaron en cuenta las fuentes hídricas evaluadas (pozo y río) midiendo la calidad para las siguientes variables.

3.3.1.1 *Variable independiente*

Fuentes hídricas para riego: (pozo/río).

3.3.1.2 **Variable dependiente** Las variables dependientes son:

Rendimiento (Kg)

Altura de la planta (cm)

Números de macollos por planta (Unid)

Números de panículas por planta (Unid)

3.3.2 Hipótesis

Existe diferencia en el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz usando diferentes fuentes hídricas para riego en la zona de Yaguachi.

3.3.3 Diseño experimental

Tabla 1. Tratamiento de estudio

No	Fuente de agua de riego
1	Rio
2	Pozo

Briones, 2024

Para realizar este estudio se utilizó una prueba llamada T-student, el cual consta de dos tratamientos como se indica en la tabla 1, cada uno con 4 repeticiones, lo cual reflejó un total de 8 unidades experimentales.

El tamaño de cada unidad experimental fue de 15 x 14 m en los tratamientos T1 y T2. El área total útil fue de 1680 m².

Tabla 2. Delimitación de experimento

Componentes	Unidad
Diseño experimental	DCA
Tipo de siembra	Trasplante
Números de tratamientos	2
Números total de parcelas	8

Área total de parcelas	210M2
Área total del ensayo	1680m2

Briones, 2024

3.3.4 Recursos Equipos:

- Bomba de riego
- Equipos de medición de agua,
- Tractor
- Implementos agrícolas.

Materiales:

- Semilla variedad (Feron)
- Laboratorio de suelos
- Reglas
- Cinta para medir
- Libreta de campo
- Marcadores
- Banderines
- Piola
- Martillo
- Envases de plástico (botellas)
- Pala
- Balanza o gramera
- Insumos agrícolas.

Tabla 3. Presupuesto del ensayo experimental

Alquiler Material	Unidad	Cantidad	Valor unitario\$	Valor total\$
Alquiler del terreno				150.00
Creación de pozo				850.00
Análisis en laboratorio				150.00
Preparación del Terreno				104.00
Semilla variedad (feron)	qq	0.5	47.00	23.50
Siembra	-	-	-	65.00
Control de malezas				40.00
Fertilización				94.00
Control de plagas				60.00
Transporte				25.00
Riego				70.00
Cosecha				50.00
Costos varios				75.00
Total				\$1756.50

Briones, 2024

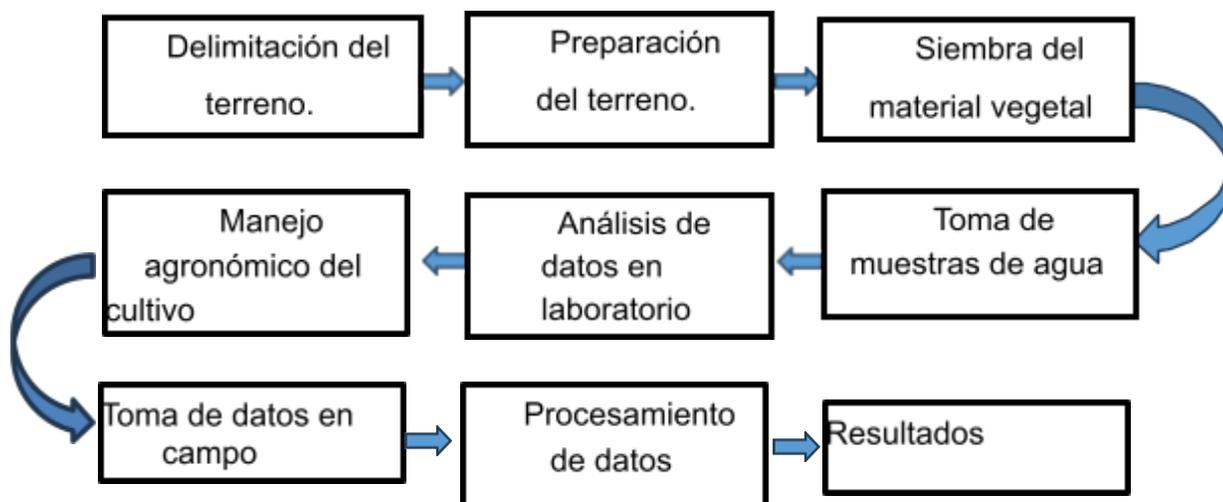
3.3.5 Métodos y técnicas

El método propuesto para el presente trabajo de investigación es experimental e inferencial de campo en el cual se implementó un ensayo que consiste en estimar la

mejor fuente de agua para riego, evaluando características agronómicas en el cultivo de arroz en la zona de Yaguachi, dicho ensayo estuvo compuesto por dos tratamientos y cuatro repeticiones por cada uno, dentro de las fuentes de agua para riego están: agua de pozo y agua de río. asimismo, se llevó a cabo análisis de dichas fuentes de agua en laboratorio al inicio, a la mitad y al final del ciclo de cultivo. Se evaluó características agronómicas correspondientes a: número de macollos, altura de planta, número de panículas por planta y rendimiento dentro de los 15,45,60,90 y 120 días (para la variable rendimiento) después de la siembra, obteniendo 5 muestras por repetición y por cada fecha a evaluar, a su vez estos datos al obtenerlos a lo largo del tiempo se procesarán mediante las aplicaciones correspondientes para la interpretación de los resultados. Para el análisis estadístico se utilizará una prueba Lsd Fisher con un nivel de confianza del 95%.

3.3.5.1 *Diagrama de flujo de las actividades experimentales a realizar*

durante su trabajo de titulación



Briones,2024

3.3.6 **Análisis estadístico**

En esta investigación se usará el análisis estadístico inferencial y descriptivo.

Tabla 4. Esquema de análisis de varianza

Fuentes de variación	GL
Tratamiento (T-1)	1
Repeticiones (T-1)	3
Total	7

Briones, 2024

3.3.7 Cronograma de actividades

En esta investigación se usó el análisis estadístico inferencial y descriptivo.



Figura 2. Cronograma de actividades del proyecto de investigación Briones,

2024

4. Resultados

4.1 Caracterización las fuentes de riego mediante análisis físico químico para establecer la calidad de agua.

Los resultados de este objetivo fueron otorgados por el INIAP y, se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Calidad del agua de riego

Descriptor	Fuente de agua para riego					
	Evaluación 1		Evaluación 2		Evaluación 3	
	Pozo	Río	Pozo	Río	Pozo	Río
CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	307,0	257,0	350,0	288,0	300,0	322,0
Ca (meq/L)	0,86	1,64	1,16	1,97	0,89	2,3
Na (meq/L)	2,88	0,42	2,21	0,4	3,18	0,5
Mg (meq/L)	0,25	0,67	0,3	0,79	0,22	0,98
K (meq/L)	0,10	0,11	0,03	0,04	0,04	0,06
CO ₃ (meq/L)	0,12	0,12	ND	ND	ND	ND
HCO ₃ (meq/L)	1,28	0,77	1,31	1,12	1,22	1,12
SO ₄ (meq/L)	1,35	0,74	1,00	0,95	1,85	1,5
Cl	0,94	0,94	0,47	0,56	0,56	0,56
pH	8,2	8,0	7,2	7,1	7,9	7,6
RAS (')	4	<1	3	<1	4	<1
PSI (')	4	<1	2	<1	5	<1
%Na	72,13	15,53	60,25	12,59	74,17	13,27
CLASE	C2S1	C2S1	C2S1	C2S1	C2S1	C2S1

Briones, 2024.

CE= Conductividad eléctrica, Ca=calcio, Mg=Magnesio, K=potasio, CO₃= El trióxido de carbono, Na= Sodio, HCO₃= El ión bicarbonato, SO₃ = Anhídrido sulfúrico, Cl= cloro, pH = potencial hidrogeno, C2: = Aguas de salinidad moderada, S1: Aguas de contenido bajo de sodio, RAS = Relación de Adsorción de Sodio, PSI= libras por pulgada cuadrada, %=porcentaje.

En la tabla 5, se observa que las fuentes de agua para riego tienen cierta variación en cuanto a sus elementos, y como consecuencia se determina que tienen diferentes niveles significativos de sodio y calcio, y esto se ve reflejado en el agua de pozo con mayor cantidad de sodio y menor cantidad de calcio. Por otro lado, los niveles de conductividad eléctrica (CE) varían a lo largo del tiempo, pero constando que la fuente de agua de pozo contiene mayores niveles, mientras que la de río tiene menos, a excepción de la última muestra al finalizar el riego que tuvo un valor más alto que la de pozo, y así mismo ambos tratamientos comparten el mismo pH, es decir alcalino.

4.2 Evaluación del efecto de la calidad del agua en el desarrollo agronómico del cultivo de arroz mediante monitoreo en campo.

A continuación, en la tabla 6 podemos observar el parámetro del desarrollo de la altura de planta en la que se detalla la variación del tamaño.

Tabla 6. Altura (cm) promedio según la fuente de agua para riego en el cultivo de arroz.

Descriptivos	Tratamientos							
	Pozo				Río			
	Días de evaluación							
	15	45	60	90	15	45	60	90
Suma	161,40	382,80	392,20	398,00	172,80	366,40	372,20	377,20
Media	40,35	95,70	98,05	99,50	43,20	91,60	93,05	94,30
Moda	--	--	--	--	--	---	---	---
Mediana	40,30	95,70	98,10	99,40	43,20	91,60	93,10	94,70
Varianza	0,19	2,29	2,41	2,61	1,00	7,38	9,43	8,09
Desviación Estándar	0,50	1,75	1,79	1,87	1,15	3,14	3,55	3,28

Briones, 2024.

En la tabla 6, se puede observar que en los primeros 15 días, las plantas

regadas con agua de río eran, en promedio, más altas que, donde se usó el agua de pozo. Sin embargo, a los 45 días, ocurrió lo contrario, es decir se invirtieron los papeles, las plantas en el tratamiento con agua de río fue menor, y a los 60 y 90 días del ciclo de cultivo las plantas regadas con agua de pozo superaron en altura a las de río. Es importante considerar el error estándar para entender la variabilidad de los datos. Un error estándar más pequeño indica una estimación más precisa de la media. En este caso, el agua de pozo muestra una menor variabilidad en la altura de las plantas comparada con el agua de río, especialmente a los 45 días.

En el parámetro número de macollas en la tabla 7. Se detalla la variación de la evolución en la cantidad de macollas del arroz.

Tabla 7. Número de macollas promedio según la fuente de agua para el riego en el cultivo de arroz.

Descriptivos	Tratamientos							
	Pozo				Río			
	Días de evaluación							
	15	45	60	90	15	45	60	90
Suma	72,20	104,20	116,20	120,20	80,60	93,20	100,60	105,00
Media	18,05	26,05	29,05	31,05	20,15	23,30	25,15	28,25
Moda	18	--	29,6	--	--	--	--	--
Mediana	18,00	25,90	29,20	31,30	20,20	23,40	25,40	23,00
Varianza	0,41	1,55	0,35	0,69	1,15	2,01	4,21	0,47
Desviación Estándar	0,74	1,44	0,68	0,96	1,24	1,64	2,37	0,79

Briones, 2024.

Las plantas donde se usó agua de pozo para el riego del arroz mostraron mayor promedio de macollas con 18,05 en la primera evolución y se incrementó a 26,05 a los 45 días y así fue aumentando hasta los 90 días del ciclo, Por otro lado, el agua del río

mostró de 20,15 macollas a los 15 días y 23,3 con un bajo aumento en el número de macollas hasta los 90 días después del trasplante.

La diferencia entre las fuentes de riego para el manejo del cultivo de arroz, es visible a lo largo del tiempo y en esta investigación se denotó a los 45 días después del trasplante, donde resultó que la mejor fuente de agua para el riego es el agua de pozo.

En la tabla 8. Se muestra la estadística descriptiva de la variable número de panículas por planta.

Tabla. 8. Estadística descriptiva del efecto de la fuente de agua sobre el número de panículas.

Fuentes de agua para riego		
Descriptivo	Pozo	Río
Media	19,13	23,3
Error típico	0,67	0,54
Mediana	19,8	23,00
Moda	19,8	---
Desviación estándar	1,15	0,94
Varianza de la muestra	1,33	0,89
Rango	2,00	1,8
Mínimo	17,8	22,6
Máximo	19,8	24,4

Briones, 2024.

En la tabla 8, se muestra que, mediante un análisis descriptivo la fuente de agua usada para el riego tiene un efecto sobre la longitud de panícula donde el agua de pozo presentó el menor número con 19,13 y la mejor el agua de río 23,3.

En el parámetro rendimiento en la tabla 9. Se detalla el rendimiento del cultivo de arroz por tratamiento.

Tabla 9. Análisis descriptivo del rendimiento del cultivo de arroz.

Fuentes de agua (kg/ha)		
Descriptivo	Pozo	Rio
Suma	620,70	574,20
Media	155,18	143,55
Moda	--	--
Mediana	155,05	143,95
Varianza	2,02	7,58
Desviación Estándar	1,64	3,18

Briones, 2024.

En la tabla 9, se puede evidenciar que la mejor fuente de agua fue la de pozo con un valor en la media de 155.18 kg a diferencia de la de río con un valor de 143.55 kg, cabe recalcar que estos valores son alrededor dentro de un área de 210 m² de cada repetición donde se realizó el trabajo de campo.

4.3 Comparación de las calidades de agua y los cambios en el desarrollo de las características agronómicas de la variedad (feron) mediante análisis estadístico.

Para el caso de la variable dependiente de las macollas se realizó una prueba de Fisher como se detalla en la siguiente tabla 10.

Tabla 10. Análisis de Fisher del número de macollas por planta en el cultivo de arroz.

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>
Pozo	19,05 a
Río	23,25 b

Briones, 2024.

En la tabla 10, en el uso del agua de pozo resultó en un promedio de 19,05 macollas por sitio evaluado, lo cual sugiere que esta fuente de riego podría estar proporcionando condiciones desfavorables para el desarrollo de macollas en el cultivo de arroz. Las condiciones subterráneas y la composición química del agua de pozo pueden influir positivamente en la nutrición y el crecimiento de las plantas. Por otro

lado, el tratamiento con agua de río mostró un promedio ligeramente mayor, con 23,25 macollas por planta. Aunque la diferencia es pequeña, puede indicar que el agua de río, contendría más sedimentos o variaciones en la calidad debido a factores ambientales, tiene un impacto ligeramente diferente en el desarrollo de las plantas comparado con el agua de pozo.

Para determinar la influencia de la fuente de agua para el riego del cultivo de arroz se tiene el siguiente resultado de la variable altura de planta como podemos observar en la tabla 11.

Tabla 11. Análisis de Fisher de la altura de planta en el cultivo de arroz.

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>
Río	94,30 a
Pozo	99,50 b

Briones, 2024.

En la tabla 11, se puede observar que no hay diferencia estadística entre las fuentes de riego como el agua proveniente de un pozo con una altura promedio de planta de 99,5 cm y el agua de río con 94,3 cm. Por otro lado, al observar el tamaño de la barra del error se evidencia variabilidad o incertidumbre en las mediciones. Esto podría ser relevante para comparar la efectividad o idoneidad de estas dos fuentes de agua para el cultivo de arroz.

En la figura 3. Se muestra la tendencia del crecimiento de la planta según la influencia del agua de riego en la altura.

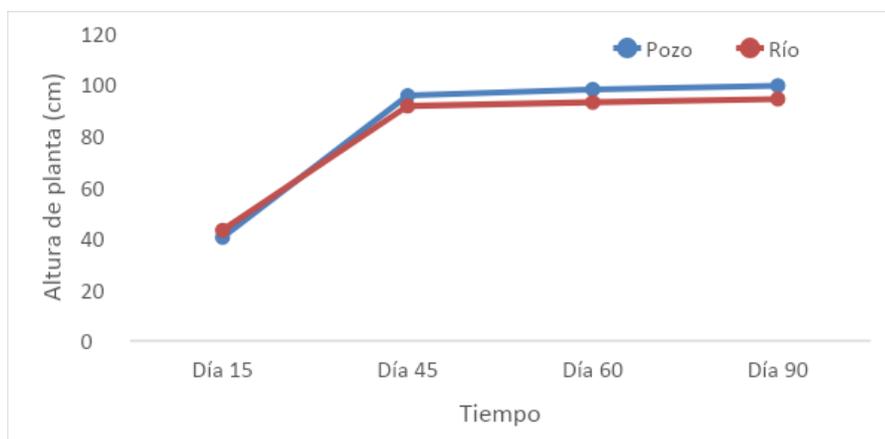


Figura 3. Altura de planta de arroz en cm (Briones, 2024).

En la figura 3, Se muestra la tendencia de la altura de planta y la influencia de la fuente de agua para el riego donde, muestra una pequeña diferencia aritmética entre el agua de riego y pozo.

La variación podría ser por la presencia de sales en el agua de riego puede afectar la capacidad de las plantas para absorber agua y nutrientes, lo que resulta en estrés hídrico, afectando directamente el desarrollo vegetativo del cultivo.

En la tabla 12. Se muestra la prueba de Fisher al 5 %, donde se evidencia el efecto de los tratamientos sobre el rendimiento del arroz.

Tabla 12. Análisis de Fisher del rendimiento en el cultivo arroz.

Tratamientos	Medias
Río	143,55 a
Pozo	155,18 b

Briones, 2024.

En la tabla 12, se muestra que el agua de río tiene menor rendimiento a diferencia del agua de pozo que presentó el mayor rendimiento.

5. Discusión

A partir de los resultados se determinó que, el agua de pozo posee mayor concentración de sodio en sus 3 evaluaciones con: (2,88 meq/L), (2.21 meq/L) y (3.18 meq/L) y una media en el porcentaje de sodio significativamente más alto (68.85 %), lo que podría afectar su uso en riego debido a la posible acumulación de sodio en el suelo, mientras que el agua de río, una mejor calidad en términos de sodio (0,42 meq/L), (0.40 meq/L) y (0.50 meq/L) , con niveles más altos de calcio y magnesio, lo que la hace más adecuada para riego sin riesgo de salinidad.

La altura promedio del arroz es mayor cuando se riega con agua de río en comparación con el agua de pozo en todas las etapas de evaluación (15,45,60 y 90 días). Evidenciándose diferencia en la media y, es más evidente desde los 45 días de evaluación. La variabilidad en la longitud de planta es mayor cuando se riega con agua de río en comparación con el agua de pozo.

En la variable número de macollas por plantas no se observó un efecto de la fuente de agua (pozo vs. río) sobre el número promedio total de macollas por planta. El

riego con agua de río produjo un aumento promedio de 2,10 macollas/planta a los 15 días de evaluación, pero esta diferencia no se mantuvo hasta la cosecha (a los 45 días, la diferencia fue hubo una reducción de 2,75 macollas/planta).

En la variable macolla, los tratamientos no mostraron un efecto significativo de la fuente de riego por sí sola sobre el número de macollas. Mientras que en las evaluaciones se presenta significancias estadísticas entre fechas de evaluación así mismo en la interacción tratamiento vs fechas de evaluación. Esto significa que el efecto de la fuente de riego sobre el número de macollas no es constante a lo largo del tiempo, es decir, la diferencia en el número de macollas entre las fuentes de riego puede variar entre los 15 45, 60 y 90 días de evaluación.

En el presente trabajo de investigación y en base a los resultados en la influencia de la fuente de agua para el riego se pudo determinar que, el agua de río tiene un efecto negativo en el desarrollo del cultivo afectando la altura de planta Goykovic y Saavedra (2007) quienes obtuvieron resultados similares donde la salinidad del agua afecta el crecimiento radical. Este mismo caso ocurre en el número de macollas que produce la planta donde influye el agua de río.

El mayor crecimiento observado en plantas regadas con agua de río puede ser atribuidos a la composición y calidad del agua. Esta generalmente contiene una mayor cantidad de nutrientes y minerales esenciales que promueven el crecimiento de las plantas (Anjum, et al., 2017). Este contenido nutritivo puede mejorar la disponibilidad de macro y micronutrientes en el suelo, facilitando un mejor desarrollo de las plantas. En contraste, el agua de pozo puede tener una menor cantidad de nutrientes debido a su origen subterráneo, lo que podría limitar el crecimiento del arroz (Arouna et al., 2007).

La variabilidad en la longitud de las plantas regadas con agua de río podría estar relacionada con la heterogeneidad en la distribución de nutrientes y la presencia de fluctuaciones en la calidad del agua de río lo cual tiene relación con Zapata-Sierra et al. (2022), las fuentes de agua de río pueden experimentar variaciones en la calidad del agua debido a factores ambientales y antropogénicos, lo que puede influir en la disponibilidad de nutrientes y, por ende, en el crecimiento desigual de las plantas.

El número de macollas en las plantas regadas con agua de río podría estar relacionado con la disponibilidad de nutrientes y la calidad de la misma, durante las primeras etapas del desarrollo de las plantas. Lo cual tiene concordancia con Crovella et al. (2022); Zhang (2020) y Saleh (2018) quienes encontraron que, el contenido nutritivo facilita una mayor proliferación de macollas al inicio del desarrollo del cultivo. Sin embargo, a los 45 días hay una reducción en el número de macollas en el tratamiento con agua de río puede estar relacionada con la competencia entre macollas y la variabilidad en la calidad del agua de río.

A medida que las plantas crecen, la competencia por recursos como la luz, el agua y los nutrientes puede intensificarse, lo que podría explicar la disminución en el número de macollas en la etapa de cosecha (Sharma, 2010). Además, la fluctuación en la calidad del agua de río debido a factores ambientales y antropogénicos podría afectar negativamente el desarrollo continuo de las macollas (Afifah, 2015).

6. Conclusiones

La variación en los elementos químicos en el agua de pozo muestra una mayor concentración de sodio (68.85%) en comparación con el agua de río (41.39%), el agua de pozo podría tener un impacto diferente en la estructura del suelo y en la salud de las plantas debido a su mayor contenido de sodio y menor de calcio.

Por otro lado, el agua de río, con menor porcentaje de sodio, podría ser más adecuada para el riego de cultivos sensibles a la salinidad.

Propiedades del agua ambos tipos de agua tienen un pH similar, indicando que son alcalinas, lo cual es relevante para la absorción de nutrientes por las plantas, ya que un pH alcalino puede influir en la disponibilidad de ciertos nutrientes en el suelo.

La clasificación tanto el agua de pozo como el agua de río caen en la categoría C2S1, lo que indica que ambas fuentes tienen una salinidad moderada y un bajo contenido de sodio, lo podría ser un el riesgo de salinización del suelo es manejable, pero la diferencia en el contenido de sodio y calcio debe ser considerada en la gestión del riego para evitar problemas potenciales en el cultivo.

La correcta selección de la fuente de agua para el riego tiene un impacto significativo en el desarrollo del cultivo de arroz, el agua de pozo, con sus características específicas, ha demostrado ventajas en términos de altura de planta y número de macollas, lo que podría traducirse en un mejor rendimiento del cultivo de arroz, por lo cual es importante caracterizar y seleccionar adecuadamente las fuentes de agua para optimizar los resultados en la producción agrícola.

La diferencia entre las dos fuentes de agua, aunque mínima, puede ser significativa a gran escala o a lo largo del tiempo. Es crucial considerar otros factores como la calidad del agua, la presencia de nutrientes, la salinidad y la frecuencia de riego para entender completamente cómo cada fuente de agua afecta el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz.

Aunque las diferencias en altura de planta y número de macollas entre los dos tratamientos no son significativas, pueden tener relevancia a largo plazo y a gran escala. La composición química del agua, incluyendo factores como la salinidad y la presencia de nutrientes, desempeña un papel crucial en el desarrollo del cultivo.

Dentro de la variable rendimiento se evidenció que la fuente de agua de pozo fue mejor que la de río dando un peso en la media de 155.18 kg a diferencia de la de río con un valor de 143.55 kg en un área de 210 m² que tenía cada repetición.

La tendencia evidencia que el agua de pozo podría proporcionar condiciones más estables y favorables para el cultivo de arroz, lo que podría resultar en una mejor productividad y rendimiento en comparación con el agua de río.

Todas estas variables evaluadas según la escala de calidad de agua de Riverside clasifican a ambas fuentes hídricas como C2S1 que se traduce como una

agua que presenta una salinidad moderada y puede utilizarse con suelos con un buen drenaje y cultivos moderadamente tolerantes a la salinidad y con bajo riesgo de sodicidad siendo un agua segura para la mayoría de los suelos.

Es fundamental considerar que estas diferencias pueden amplificarse o atenuarse dependiendo de factores adicionales, como la frecuencia de riego y las condiciones ambientales. Un análisis más detallado y prolongado podría proporcionar una comprensión más completa de cómo la calidad del agua afecta el rendimiento del arroz, permitiendo optimizar las prácticas de riego para mejorar la producción agrícola.

7. Recomendaciones

Se recomienda utilizar agua de pozo para el riego, ya que proporciona un ambiente más estable y favorable para el crecimiento del arroz. Es esencial realizar análisis periódicos de la calidad del agua para asegurar que factores como la salinidad, el contenido de nutrientes y otras características químicas se mantengan dentro de los rangos óptimos para el cultivo.

Es importante gestionar la variabilidad en la calidad del agua y comprender cómo puede influir en el crecimiento y desarrollo del arroz. Implementar un sistema de monitoreo constante y ajustar las prácticas de riego según las condiciones específicas del agua utilizada puede mejorar significativamente el rendimiento del cultivo.

Optimizar la frecuencia y cantidad de riego según la fuente de agua es crucial. Si se utiliza agua de río, es recomendable considerar pretratarla o combinarla con agua de pozo para mitigar problemas como los sedimentos o la variabilidad en la calidad.

Además, se deben realizar estudios adicionales para comprender mejor las diferencias sutiles observadas en los resultados. Un análisis más exhaustivo sobre cómo cada fuente de agua afecta otros aspectos del cultivo, como el contenido de

nutrientes en el grano y la resistencia a enfermedades, puede proporcionar información valiosa.

Por último, es necesario evaluar el impacto ambiental del uso de cada fuente de agua para asegurar que no afecte negativamente a los recursos hídricos subterráneos, considerando siempre prácticas sostenibles para su uso.

8. Referencias

- Adeluyi, O., Harris, A., Verrelst, J., Foster, T., & Clay, G. D. (2021). Estimating the phenological dynamics of irrigated rice leaf area index using the combination of PROSAIL and Gaussian Process Regression. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 102, 102454.
<https://doi.org/10.1016/j.jag.2021.102454>
- Afifah, A., Jahan, M. S., Khairi, M., & Nozulaidi, M. (2015). Effect of various water regimes on rice production in lowland irrigation. *Australian Journal of Crop Science*, 9(2), 153-159.
- Acevedo, M. (2006.). Origen, evolución y diversidad del arroz.
https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002192X2006000200001#:~:text=El%20arroz%20pertenece%20a%20la,diploides%20con%20n%3D24%20cromosoms.
- Ali, A.-H. A., AbdEl-khalek, S. M., Emira, A. B., & Aboulila, A. A. (2023). Molecular profiling of some blast resistance genes and analysis of physiological variability in rice plants produced by anther culture and hybridization. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 126, 102051.
<https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2023.102051>
- Anjum, M. A., Hussain, S., Arshad, P., & Hassan, A. (2021). Irrigation water of different sources affects fruit quality attributes and heavy metals contents of un-grafted and commercial mango cultivars. *Journal of Environmental Management*, 281, 111895.
- Arouna, A., Dzomeku, I. K., Shaibu, A. G., & Nurudeen, A. R. (2023). Water

- management for sustainable irrigation in rice (*Oryza sativa* L.) production: A review. *Agronomy*, 13(6), 1522.
- Barzan, R. R., Sandoval Contreras, H. A., & Osorio García, N. A. (2023). Fuentes y dosis de nitrógeno en el crecimiento inicial de arroz (*Oryza sativa* L.) de secano. *Acta Agronómica*, 71(4). <https://doi.org/10.15446/acag.v71n4.92480>
- Batista-Sánchez, D., Murillo-Amador, B., Ojeda-Silvera, C., Mazón-Suástegui, J., Preciado-Rangel, P., Ruiz-Espinoza, F. & Agüero-Fernández, Y. (2022). Inducción de un bioestimulante y su respuesta en la actividad bioquímica de *Ocimum basilicum* L. sometida a salinidad. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 9(2), 1 – 13.
- Bueno, C. S., & Lafarge, T. (2009). Higher crop performance of rice hybrids than of elite inbreds in the tropics: 1. Hybrids accumulate more biomass during each phenological phase. *Field Crops Research*, 112(2–3), 229–237. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.03.006>
- Català, M., Domingo, C., Martínez-Eixarch, M., Tomás, N., Bertomeu, A., Montero, P., Cabanes, P. & Pla, E. (2019). Tolerancia varietal del arroz a la salinidad. *Agrícola Vergel*, 418, pp. 83-87.
- Celi, R. (2020). INIAP FL - ÉLITE Nueva variedad de arroz de alto rendimiento, calidad de grano largo y cristalino, para consumo en la sierra ecuatoriana. Repositorio Digital INIAP. Recuperado el 2023, de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5764>
- Celi, R., & Mosquera, E. (2020). INIAP - IMPACTO Nueva variedad de arroz de alto rendimiento, calidad de grano cristalino para consumo de la costa ecuatoriana.

- Repositorio Digital INIAP. Recuperado el 2023, de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5763>.
- Coca, L., González, M., Unday, Z., Hernández, J., Jáuregui, M., & Cancio, Y. (2023). Effects of sodium salinity on rice (*Oryza sativa* L.) cultivation: A Review. *Sustainability*, 15(3), 1804. <https://doi.org/10.3390/su15031804>.
- Crovella, T., Paiano, A., & Lagioia, G. (2022). A meso-level water use assessment in the Mediterranean agriculture. Multiple applications of water footprint for some traditional crops. *Journal of Cleaner Production*, 330, 129886.
- da Silva, J. T., Paniz, F. P., Sanchez, F. e S., Pedron, T., Torres, D. P., da Rocha Concenço, F. I. G., Barbat Parfitt, J. M., & Batista, B. L. (2020). Selected soil water tensions at phenological phases and mineral content of trace elements in rice grains – mitigating arsenic by water management. *Agricultural Water Management*, 228, 105884. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105884>
- Enríquez-Acosta, E., Ruiz-Espinoza, F., Carballo-Méndez, F., Beltrán-Morales, F., Vázquez-Vázquez, C. & García-Sánchez, H. (2023). El silicio como mitigador a salinidad en las variables fisiológicas de germinación de tres variedades de *Solanum lycopersicum*. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 14(1), 85-96.
- FAO. (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAODocuments. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb9929en/>.
- Ferrer Alessi, V., & Torrero, M. P. (2015). Manejo integrado de cuencas hídricas: cuenca del río Gualjaina, Chubut, Argentina. *Boletín Mexicano de Derecho Comparado*, 1(143). <https://doi.org/10.22201/ijj.24484873e.2015.143.4941>
- Fogliatto, S., Serra, F., Patrucco, L., Milan, M., & Vidotto, F. (2019). Effect of different

- water salinity levels on the germination of Imazamox-Resistant and sensitive weedy rice and cultivated rice. *Agronomy*, 9(10), 658.
- Flores, N. (2020). Efecto en la salinidad de suelos chinamperos a partir de la aplicación de un inóculo fúngico y su evaluación como biofertilizante.
- Gaibor, C. (2019). "Comportamiento de la planta de arroz (*Oryza sativa* L.) según su estado fenológico a distintos niveles de salinidad" (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2019).
- Ganapati, R. K., Naveed, S. A., Zafar, S., Wang, W., & Xu, J. (2022b). Saline-Alkali tolerance in rice: physiological response, molecular mechanism, and QTL identification and application to breeding. *Rice Science*, 29(5), 412-434.
<https://doi.org/10.1016/j.rsci.2022.05.002>.
- García, X., Gamboa, M. C., & Krauskopf, E. (2019). Molecular expression of the NHX1 gene in response to hydric and saline stress in young plants of *Eucalyptus grandis*. *Revista Bosque*, 40(3), 249-256.
- Gouda, H. S., Singh, Y. V., Shivay, Y. S., Biswas, D. R., Bana, R. S., Poornima, S., Manu, S. M., Maitra, S., Sairam, M., Salmen, S. H., Alharbi, S. A., Ansari, M. J., & Hossain, A. (2024). Root parameters and water productivity of rice and wheat in a rice–wheat cropping system as influenced by enriched compost and crop establishment methods. *Journal of Agriculture and Food Research*, 18, 101317.
<https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101317>
- Goykovic, V & Saavedra, G. (2007). Algunos efectos de la salinidad en el cultivo del Tomate y prácticas agronómicas de su manejo. *IDESIA* (Chile) Volumen 25.
- Guerrero, O. (2019). Comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.),

aplicando micorrizas (*Glomus* sp), en suelos con problemas de salinidad, bajo condiciones de invernadero.

- Guo, B., Chen, F., Liu, G., Li, W., Li, W., Zhuang, J., Zhang, X., Wang, L., Lei, B., Hu, C., & Liu, Y. (2024). Effects and mechanisms of proanthocyanidins-derived carbon dots on alleviating salt stress in rice by multi-omics analysis. *Food Chemistry: X*, 22, 101422. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101422>
- Hasan, Md. M., Rahman, M. A., Corpas, F. J., Rahman, Md. M., Jahan, M. S., Liu, X., Ghimire, S., Alabdallah, N. M., Wasseem, M., Alharbi, B. M., Raza, A., & Fang, X. (2024). Salt stress tolerance in rice (*Oryza sativa* L.): A proteomic overview of recent advances and future prospects. *Plant Stress*, 11, 100307. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2023.100307>
- Huang, D., Chi, H., Xin, F., Miyata, A., Kang, M., Liu, K., Li, R., Dang, H., Qin, Y., & Xiao, X. (2021). Improved estimation of gross primary production of paddy rice cropland with changing model parameters over phenological transitions. *Ecological Modelling*, 445, 109492. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2021.109492>
- INEC. (2010). INEC. Obtenido de Instituto nacional de estadística y censos: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>.
- INIAP, 2008. Manual del Cultivo de Arroz: Factores Ambientales para el Desarrollo del Cultivo de Arroz. 2ª Edición, Pág. 7-46.
- Islam, A., Shelia, V., Ludwig, F., De Bruyn, L. L., Rahman, M. H. U., & Hoogenboom, G. (2021). Bringing farmers' perceptions into science and policy: Understanding salinity tolerance of rice in southwestern Bangladesh under climate change. *Land Use*

- Policy, 101, 105159. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105159>.
- Kaewchuay, N., Teepoo, S., Cheubong, C., & Sansenya, S. (2024). Badh2 gene-based DNA hybridization assay for non-fragrant and fragrant Thai rice detection. *Journal of Food Composition and Analysis*, 135, 106580. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.106580>.
- Li, R., Yan, Y., Xu, J., Yang, C., Chen, S., Wang, Y., & Zhang, Y. (2024). Evaluate the groundwater quality and human health risks for sustainable drinking and irrigation purposes in mountainous region of Chongqing, Southwest China. *Journal of Contaminant Hydrology*, 264, 104344. <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2024.104344>
- Mavi, M. S., Singh, G., Choudhary, O. P., Singh, A., Vashisht, B. B., Sekhon, K. S., Pathania, N., & Singh, B. (2023). Successive addition of rice straw biochar enhances carbon accumulation in soil irrigated with saline or non-saline water. *Environmental Research*, 217, 114733. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114733>
- Medina, R. (2022). Alternativas tecnológicas para mitigar efectos de salinidad en el Arroz (*Oryza sativa* L.) en San Jacinto de Yaguachi, Ecuador. Tesis de pregrado. Escuela de posgrado Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Manrique, J. (2014). *Determinación de las fases fenológicas y fotométricas e índice de balance hídrico en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) en condiciones de secano, cantón Portoviejo, provincia de Manabí*. Tesis de pregrado, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad técnica de Cotopaxi.

- Mendonca, A., Cabral, W., da Silva Antunes, A., de Paula Saide, V., da Silva Rocha, S., Barra, C. & Junior, J. (2020). Determinação do teor de cloreto de sódio em arroz cozido: uma proposta para o ensino de química e o combate à hipertensão arterial. *Revista Química Nova na Escola*, 42(4), 351-358.
- Mora, F. (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.
- Mora, F. C., Pando, L. G., Borja, W. R., & Moran, E. H. (2020). Evaluación de la tolerancia a la salinidad en poblaciones segregantes F5 de arroz (*Oryza sativa* L.). *Journal of Science and Research*, 5(CININGEC), 1-23.
- Mosquera, O. (2022). Efecto del ácido nítrico, para inhibir la dormancia en semillas de arroz de las variedades comerciales Iniap FL Elite e Iniap Impacto. Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Guayaquil.
- Panneerselvam, P., Senapati, A., Mitra, D., Priyadarshini, A., Shadangi, S., Behera, S., Kumar, U., Kumar, A., Shahid, M., Sharma, S., Garhwal, R. S., Mani, I., & Kumar Nayak, A. (2024). Enhancing soil quality and yield through microbial assisted in-situ residue management in rice-rice cropping system in Odisha, Eastern India. *Journal of Environmental Management*, 358, 120916.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120916>
- Paredes C., M., Becerra V., V., Donoso Ñ., G., Olmos, S. E., & Rodríguez R., R. (2021). Morfología y estados de crecimiento y desarrollo de la planta de arroz. In 100 años del cultivo del arroz en Chile en un contexto internacional. 1920-2020: Vol. II (INIA Chile, pp. 408–445).

- Pérez-Domínguez, G., Peñuelas-Rubio, O., Núñez-Vázquez, M., Martínez- González, L., López-Padrón, I., Reyes-Guerrero, Y., & Argente-Martínez, L. (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), 283-283.
- Pérez-Domínguez, G., Peñuelas-Rubio, O., Núñez-Vázquez, M., Martínez- González, L., López-Padrón, I., Reyes-Guerrero, Y., & Argente-Martínez, L. (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), 283-283.
- Rossatto, T., Souza, G. M., do Amaral, M. N., Auler, P. A., Pérez-Alonso, M.-M., Pollmann, S., & Braga, E. J. B. (2023). Cross-stress memory: Salt priming at vegetative growth stages improves tolerance to drought stress during grain-filling in rice plants. *Environmental and Experimental Botany*, 206, 105187.
<https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2022.105187>
- Rodríguez, N., Torres, C., Chaman, M., & Hidalgo, 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.
<https://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26305>
<https://doi.org/10.1016/j.stress.2024.100413>
- Samuel, Q. (2021). Revisión sistémica: Remediación de suelos salinos contaminados con cadmio mediante biocarbón de la cascarilla de arroz (*Oryza Sativa*) Perú, 2021. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/72350>.

- Sánchez, R. (2020). Reacción de 44 líneas F5 de arroz (*Oryza sp*), a la calidad de agua de riego en la zona de Manglaralto. Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Saleh, S., Liu, G., Liu, M., Ji, Y., He, H., & Gruda, N. (2018). Effect of irrigation on growth, yield, and chemical composition of two green bean cultivars. *Horticulturae*, 4(1), 3.
- Shan, L., Xu, Y., Wu, D., Hu, J., Yu, T., Dang, C., Fang, Y., Zhang, X., Tian, Q., & Xue, D. (2024). Effects of salicylic acid on growth, physiology, and gene expression in rice seedlings under salt and drought stress. *Plant Stress*, 11, 100413.
- Sharma, S. (2010). *Origin, Antiquity and History*. CRC Press, Science Publishers.
- Tiouiouine, A., Jabrane, M., Kacimi, I., Morarech, M., Bouramtane, T., Bahaj, T., ... & Barbiero, L. (2020). *Determining the relevant scale to analyze the quality of regional groundwater resources while combining groundwater bodies, physicochemical and biological databases in southeastern france*. *Water*, 12(12), 3476.
- Sigueñas, R., Ocola, L., & Guerrero, J. (2019). Vigilancia de la salinidad del suelo en cultivos de arroz en Lambayeque, periodo 2001-2014 utilizando imágenes de satélite y conductividad eléctrica. *Revista de Investigación de Física*, 22(2), 9-17.
- SRDI, 2010. *Saline Soils of Bangladesh*. Soil Resources Development Institute, Government of the People's Republic of Bangladesh
http://srdi.portal.gov.bd/sites/default/files/files/srdi.portal.gov.bd/publications/bc598e7a_d f21_49ee_882e_0302c974015f/Soil% 20salinity%20report-Nov%202010.pdf.

- Tabassum, R., Tahjib-Ul-Arif, Md., Hasanuzzaman, Md., Sohag, A. A. M., Islam, Md. S., Shafi, S. M. S. H., Islam, M. M., & Hassan, L. (2021). Screening salt-tolerant rice at the seedling and reproductive stages: An effective and reliable approach. *Environmental and Experimental Botany*, 192, 104629. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2021.104629>
- Tomaz, A., Palma, P., Alvarenga, P., & Gonçalves, M. C. (2020). Soil salinity risk in a climate change scenario and its effect on crop yield. En Elsevier eBooks (pp. 351-396). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818032-7.00013-8>.
- Vecilla, J. (2020). Enmiendas orgánicas como alternativas de manejo en suelos afectados por salinidad en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) (p. 13). Babahoyo. Babahoyo.
- Verma, O., Kouser, B., Khosla, A., & Kumar, R. (2024). Evaluation of groundwater quality for drinking and irrigation purposes, ionic sources and land use/land cover impacts in the Kathua region of Jammu and Kashmir, India. *Groundwater for Sustainable Development*, 26, 101303. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2024.101303>
- Wan, X., Gong, F., Qu, M., Qiu, E., & Zhong, C. (2019). Experimental study of the salt transfer in a cold sodium sulfate soil. *Ksce Journal of Civil Engineering*, 23(4), 1573-1585.
- Wei, H., Geng, X., Zhu, W., Zhang, X., Zhang, X., Chen, Y., Huo, Z., Xu, K., Zhou, G., Meng, T., & Dai, Q. (2023). Individual and combined influences of salinity and drought stress on the agro-physiological traits and grain yield of rice. *Field Crops Research*, 304, 109172. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.109172>
- Weiyuan, H., Ziqiu, L., Xiangqian, F., Jinhua, Q., Aidong, W., Shichao, J., Danying, W.,

- & Song, C. (2024). Estimating Key Phenological Dates of Multiple Rice Accessions Using UAV-based Plant Height Dynamics for Breeding. *Rice Science*. <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2024.04.007>
- Yang, G., Chen, H., Zhang, G., Yang, G., Wang, X., & Hu, Y. (2024). Effect of nitrogen fertilizers on the starch and protein contents, and physicochemical characteristics of rice noodles. *Journal of Food Composition and Analysis*, 135, 106565. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.106565>
- Zafar, N., Akram, N. A., Fatima, K., Noreen, S., Akram, M. S., Umer, S., Ashraf, M., Alsahli, A. A., & Mansoor, S. (2024). Drought-induced changes in plant-yield interlinked biochemistry of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) by exogenously applied alpha-tocopherol. *Journal of King Saud University - Science*, 36(1), 103028. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2023.103028>
- 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).
- Zapata-Sierra, A. J., Zapata-Castillo, L., & Manzano-Agugliaro, F. (2022). *Water resources availability in southern Europe at the basin scale in response to climate change scenarios. Environmental Sciences Europe*, 34(1), 75.
- Zhang, S., Rasool, G., Guo, X., Sen, L. y Cao, K. (2020). Efectos de diferentes métodos de riego sobre los factores ambientales, la producción de arroz y la eficiencia del uso del agua. *Water*, 12 (8) 2239.
- Zhang, S., Rasool, G., Wang, S., Zhang, Y., Guo, X., Wei, Z., Zhang, X., Yang, X., & Wang, T. (2023). Biochar and Chlorella increase rice yield by improving

saline-alkali soil physicochemical properties and regulating bacteria under aquaculture wastewater irrigation. *Chemosphere*, 340, 139850.

<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.139850>

Zhu, T., Yin, C., Zhu, T., Zhou, P., Wu, L., Wang, G., He, H., You, C., Zhang, Q., & Ke, J. (2024). Delaying panicle nitrogen application to emergence of 3rd leaf from flag leaf increases the grain-filling ability and yield of large-panicle rice by increasing stem nonstructural carbohydrates at heading. *Field Crops Research*, 312, 109405. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2024.109405>

Zuo, G., Feng, N., Wang, S., Yin, L., & Zheng, D. (2024). Rice (*Oryza sativa* L.) exhibits differential responses to salt stress and salt shock in electron transfer efficiency. *Plant Stress*, 12, 100481. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2024.100481>

9. Anexos

Día 15 de evaluación en campo

MACOLLOS			ALT.PLANTA		
	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2		TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2
R1	18	21	R1	36	45
	14	18		41	42
	19	20		45	48
	20	15		35	43
	15	19		42	39
R2	17	24	R2	38	46
	15	21		40	40
	19	19		44	38
	21	17		39	47
	18	19		44	38
R3	19	18	R3	40	44
	20	20		41	46
	17	23		40	40
	18	21		42	42
	16	20		39	43
R4	22	22	R4	42	40
	18	19		40	46
	16	24		39	48
	19	20		37	42
	20	23		43	47

Dia 45 de evaluación en campo

		MACOLLOS	
		TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2
R1		29	26
		30	24
		25	24
		27	25
		28	24
R2		29	22
		27	21
		26	23
		25	22
		26	23
R3		25	25
		26	24
		23	26
		25	23
		24	26
R4		26	23
		24	21
		24	22
		25	20
		27	22

		ALT.PLANTA	
		TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2
R1		90	96
		98	94
		90	96
		98	92
		96	95
R2		98	94
		98	82
		97	92
		96	88
		98	87
R3		90	96
		98	92
		88	98
		96	90
		98	94
R4		96	92
		98	88
		96	90
		97	84
		98	92

Dia 60 de evaluación en campo

		MACOLLOS	
		TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2
R1		29	27
		31	26
		27	29
		28	27
		29	29
R2		31	24
		28	23
		29	26
		30	24
		30	25
R3		28	29
		29	24
		27	28
		30	25
		27	26
R4		28	24
		31	22
		30	23
		29	21
		30	21

		ALT.PLANTA	
		TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2
R1		94	98
		99	95
		93	100
		99	93
		98	96
R2		102	96
		98	85
		100	92
		99	89
		99	90
R3		92	93
		99	99
		94	100
		98	91
		99	96
R4		100	94
		98	89
		99	90
		102	85
		99	90

Dia 90 de evaluación en campo

MACOLLOS			ALT.PLANTA (CM)			PANICULAS X PLANTA		
	TRATAMIEN O 1	TRATAMIEN O 2		TRATAMIEN O 1	TRATAMIEN O 2		TRATAMIEN O 1	TRATAMIEN O 2
R			R			R		
1	29	27	1	97	96	1	15	21
	31	26		101	99		18	23
	27	29		95	95		22	25
	28	27		99	97		20	22
	29	29		98	100		19	24
R			R			R		
2	31	24	2	105	95	2	20	23
	28	23		101	92		14	26
	29	26		100	97		16	22
	30	24		99	86		21	25
	30	25		99	94		18	26
R			R			R		
3	28	29	3	95	95	3	18	24
	29	24		99	99		23	21
	27	28		96	102		17	25
	30	25		99	91		22	20
	27	26		100	96		19	23
R			R			R		
4	28	24	4	102	95	4	22	21
	31	22		100	89		19	24
	30	23		99	91		17	26
	29	21		105	85		21	23
	30	21		101	92		20	21

Día 120 de evaluación en campo (cosecha)

RENDIMIENTO (KG)

	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2
R1	153,30 KG	144,10 KG
R2	155,00 KG	143,80 KG
R3	157,30 KG	139,30 KG
R4	155,10 KG	147,00 KG
	620,70 KG	574,20 KG

$$620,70\text{KG} / 4 = 155,18 \text{ KG/REP}$$

$$574,2\text{KG} / 4 = 143,55 \text{ KG/ REP}$$

$$155,18\text{KG}/207,20\text{M}^2 = 0,75\text{KG/M}^2$$

$$143,55\text{KG}/214,50\text{m}^2 = 0,67 \text{ KG/M}^2$$

Siembra por trasplante del material vegetal.



Fuente de agua de río.



Fuente de agua de pozo.



Medición de altura de planta (cm) en la parcela.



Señalización de los tratamientos.



Medición del peso (kg) por repetición de ambos tratamientos.



Resultados de análisis en laboratorio de las muestras de las dos fuentes de agua.

1er muestreo.

	ESTACIÓN EXPERIMENTAL LITORAL SUR LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 26 Via Duran - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador Teléfono: 042724260 fax: 042724261 e-mail: labsuelos.ec@iniap.gob.ec	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° OAE LE C 11-007

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre:	YANDRY PAUL BRIONES BARZOLA	Nombre:	S/N	Informe No.	0027-24	Factura No.	10279
Dirección:	N/E	Provincia:	GUAYAS	Responsable Muestreo:	Cliente	Fecha Análisis	6/6/2024
Ciudad:	YAGUACHI	Cantón:	YAGUACHI	Fecha muestreo:	5/6/2024	Fecha Emisión	7/6/2024
Teléfono:	0962024415	Parroquia:	YAGUACHI	Fecha Ingreso:	5/6/2024	Fecha Impresión	10/6/2024
Fax:	N/E	Ubicación:	SECTOR VÍA VUELTA LARGA	Condiciones Ambientales:	T °C: 24,0	%H:	60,0

N° Laboratorio	Identificación del Lote	CE		Ca		Na		Mg		K		* CO ₃ , * HCO ₃ , * SO ₄ , * Cl			pH	* RAS(°)	* PSI(°)	%Na	Clase
		uS/cm	mg/l	meq/L	mg/l	meq/L	mg/l	meq/L	mg/l	meq/L	mg/L	meq/L	meq/L						
3034 A	MUESTRA AGUA DE POZO	307,0	17,29	0,86	66,27	2,88	3,01	0,25	3,76	0,10	0,12	1,28	1,35	0,94	8,2	4	4	72,13	C2 S1
3035 A	MUESTRA AGUA DE RÍO	257,0	32,87	1,64	9,78	0,42	8,11	0,67	4,12	0,11	0,12	0,77	0,74	0,94	8,0	<1	<1	15,53	C2 S1

OBSERVACIONES:

** INTERPRETACIÓN	
AGUAS SALINAS	AGUAS SÓDICAS
C1: Aguas de salinidad baja	S1: Aguas de contenido bajo de sodio
C2: Aguas de salinidad moderada	S2: Aguas sodíacas en sodio
C3: Aguas de salinidad media a alta	S3: Aguas de contenido alto de sodio
C4: Aguas de salinidad alta	S4: Aguas de contenido muy alto de sodio
C5: Aguas de salinidad muy alta	
C6: Aguas de salinidad excesiva	

Procedimiento de Ensayos en Análisis Químicos de Aguas				
Determinación	U (k=2)	Procedimiento de Ensayo	Método de Referencia	Técnica
Potencial de Hidrógeno (pH)	0,094 pH	PEE-LS-01	Método EPA 150.2	Electrométrica
Conductividad Eléctrica (C-E)	3,0 %	PEE-LS-02	Standard Methods 2510B EPA 120.1	
Sodio (Na)	16 %	PEE-LS-03	Método EPA 273.1	Absorción Atómica
Potasio (K)	16 %	PEE-LS-04	Método EPA 258.1	
Calcio (Ca)	16 %	PEE-LS-05	Método EPA 215.1	
Magnesio (Mg)	16 %	PEE-LS-06	Método EPA 242.1	

C.E. = Conductividad Eléctrica (uS/cm)

<LC = Menor al Límite de Cuantificación

Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) 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 veracidad 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 solicitado al SAE.

(**) Las opiniones, interpretaciones, etc., se encuentran basadas en el documento Clasificaciones de las aguas de riesgo según las Normas de Roverside.

(°) Los valores de PSI y RAS es un cálculo efectuado según nomograma de suelos salinos y sódicos manual No. 60

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

Los datos marcados con cursiva y subrayados son proporcionados por el cliente

RAS = Relación Absorción Sodio.

PSI = Porcentaje de Sodio Intercambiable.


 Ing. Diana Acosta Jaramillo
 Responsable Técnico Laboratorio

2do muestreo.

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre:	YANDRY PAUL BRIONES BARZOLA	Nombre:	S/N	Informe No.	0045-24	Factura No.	10367
Dirección:	N/E	Provincia:	GUAYAS	Responsable Muestreo:	Cliente	Fecha Análisis	28/7/2024
Ciudad:	YAGUACHI	Cantón:	YAGUACHI	Fecha muestreo:	3/7/2024	Fecha Emisión	29/7/2024
Teléfono:	0969094415	Parroquia:	YAGUACHI	Fecha Ingreso:	23/7/2024	Fecha Impresión	31/7/2024
Fax:	N/E	Ubicación:	N/E	Condiciones Ambientales:	T °C: 25,0	%H:	62,0

N° Laboratorio	Identificación del Lote	CE	Ca	Na	Mg	K	* CO ₂	* HCO ₃	* SO ₄	* Cl	pH	* RAS(*)	* PSI(*)	* %Na	Clase				
		µS/cm	mg/l	meq/L	mg/l	meq/L	mg/l	meq/L	mg/l	meq/L	mg/L								
3057 A	MUESTRA 1 - AGUA DE RÍO	288,0	39,47	1,97	9,17	0,40	9,62	0,79	1,73	0,04	ND	1,12	0,95	0,56	7,1	<1	<1	12,59	C2 SI
3058 A	MUESTRA 2 - AGUA DE POZO	350,0	23,27	1,16	51,00	2,21	3,62	0,30	1,33	0,03	ND	1,31	1,00	0,47	7,2	3	2	60,25	C2 SI

OBSERVACIONES:

** INTERPRETACIÓN	
AGUAS SALINAS	AGUAS SODICAS
C1: Aguas de salinidad baja	S1: Aguas de contenido bajo de sodio
C2: Aguas de salinidad moderada	S2: Aguas medianas en sodio
C3: Aguas de salinidad mediana a alta	S3: Aguas de contenido alto de sodio
C4: Aguas de salinidad alta	S4: Aguas de contenido muy alto de sodio
C5: Aguas de salinidad muy alta	
C6: Aguas de salinidad excesiva	

Procedimiento de Ensayos en Análisis Químicos de Aguas				
Determinación	U (k=2)	Procedimiento de Ensayo	Método de Referencia	Técnica
Potencial de Hidrógeno (pH)	0,094 pH	PEE-LS-01	Método EPA 150.2	Electrométrica
Conductividad Eléctrica (C.E)	3,0 %	PEE-LS-02	Standard Methods 2510B, EPA 120.1	
Sodio (Na)	16 %	PEE-LS-03	Método EPA 273.1	Absorción Atómica
Potasio (K)	16 %	PEE-LS-04	Método EPA 258.1	
Calcio (Ca)	16 %	PEE-LS-05	Método EPA 215.1	
Magnesio (Mg)	16 %	PEE-LS-06	Método EPA 242.1	

C.E. = Conductividad Eléctrica (µS/cm)
 *LC = Menor al Límite de Cuantificación
 Los resultados omitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) 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 veracidad 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 solicitado al SAE.
 (**) Las opiniones, interpretaciones, etc., se encuentran basadas en el documento: Clasificaciones de las aguas de riesgo según las Normas de Riberide.
 (†) Los valores de PSI y RAS es un cálculo efectuado según nomograma de suelos salinos y sódicos manual No. 60
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad
 Los datos marcados con cursiva y subrayados son proporcionados por el cliente
 RAS = Relación Absorción Sodio.
 PSI = Porcentaje de Sodio Intercambiable.

F PG22-02 R05

Ing. Diana Acosta Jaramillo
Responsable Técnico Laboratorio

Página 1 de 1

3er muestreo.

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre:	YANDRY PAUL BRIONES BARZOLA	Nombre:	S/N	Informe No.	0046-24	Factura No.	10367
Dirección:	N/E	Provincia:	GUAYAS	Responsable Muestreo:	Cliente	Fecha Análisis	28/7/2024
Ciudad:	YAGUACHI	Cantón:	YAGUACHI	Fecha muestreo:	23/7/2024	Fecha Emisión	29/7/2024
Teléfono:	0969094415	Parroquia:	YAGUACHI	Fecha Ingreso:	23/7/2024	Fecha Impresión	31/7/2024
Fax:	N/E	Ubicación:	N/E	Condiciones Ambientales:	T °C: 25,0	%H:	62,0

N° Laboratorio	Identificación del Lote	CE	Ca	Na	Mg	K	* CO ₂	* HCO ₃	* SO ₄	* Cl	pH	* RAS(*)	* PSI(*)	* %Na	Clase				
		µS/cm	mg/l	meq/L	mg/l	meq/L	mg/l	meq/L	mg/l	meq/L	mg/L								
3059 A	MUESTRA 1 - AGUA DE RÍO	322,0	45,94	2,30	11,54	0,50	11,90	0,98	2,45	0,06	ND	1,12	1,50	0,56	7,6	<1	<1	13,27	C2 SI
3060 A	MUESTRA 2 - AGUA DE POZO	300,0	17,75	0,89	73,18	3,18	2,66	0,22	1,52	0,04	ND	1,22	1,85	0,56	7,9	4	5	74,17	C2 SI

OBSERVACIONES:

** INTERPRETACIÓN	
AGUAS SALINAS	AGUAS SODICAS
C1: Aguas de salinidad baja	S1: Aguas de contenido bajo de sodio
C2: Aguas de salinidad moderada	S2: Aguas medianas en sodio
C3: Aguas de salinidad mediana a alta	S3: Aguas de contenido alto de sodio
C4: Aguas de salinidad alta	S4: Aguas de contenido muy alto de sodio
C5: Aguas de salinidad muy alta	
C6: Aguas de salinidad excesiva	

Procedimiento de Ensayos en Análisis Químicos de Aguas				
Determinación	U (k=2)	Procedimiento de Ensayo	Método de Referencia	Técnica
Potencial de Hidrógeno (pH)	0,094 pH	PEE-LS-01	Método EPA 150.2	Electrométrica
Conductividad Eléctrica (C.E)	3,0 %	PEE-LS-02	Standard Methods 2510B, EPA 120.1	
Sodio (Na)	16 %	PEE-LS-03	Método EPA 273.1	Absorción Atómica
Potasio (K)	16 %	PEE-LS-04	Método EPA 258.1	
Calcio (Ca)	16 %	PEE-LS-05	Método EPA 215.1	
Magnesio (Mg)	16 %	PEE-LS-06	Método EPA 242.1	

C.E. = Conductividad Eléctrica (µS/cm)
 *LC = Menor al Límite de Cuantificación
 Los resultados omitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) 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 veracidad 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 solicitado al SAE.
 (**) Las opiniones, interpretaciones, etc., se encuentran basadas en el documento: Clasificaciones de las aguas de riesgo según las Normas de Riberide.
 (†) Los valores de PSI y RAS es un cálculo efectuado según nomograma de suelos salinos y sódicos manual No. 60
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad
 Los datos marcados con cursiva y subrayados son proporcionados por el cliente
 RAS = Relación Absorción Sodio.
 PSI = Porcentaje de Sodio Intercambiable.

F PG22-02 R05

Ing. Diana Acosta Jaramillo
Responsable Técnico Laboratorio

Página 1 de 1

Clasificaciones de las aguas según las normas Riverside.

C1	Agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Pueden existir problemas sólo en suelos de muy baja permeabilidad.
C2	Agua de salinidad media, apta para el riego. En ciertos casos puede ser necesario emplear volúmenes de agua en exceso y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad.
C3	Agua de salinidad alta que puede utilizarse para el riego de suelos con buen drenaje, empleando volúmenes de agua en exceso para lavar el suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad.
C4	Agua de salinidad muy alta que en muchos casos no es apta para el riego. Sólo debe usarse en suelos muy permeables y con buen drenaje, empleando volúmenes en exceso para lavar las sales del suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad.
C5	Agua de salinidad excesiva, que sólo debe emplearse en casos muy contados, extremando todas las precauciones apuntadas anteriormente.
C6	Agua de salinidad excesiva, no aconsejable para riego.
S1	Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.
S2	Agua con contenido medio en sodio, y por lo tanto, con cierto peligro de acumulación de sodio en el suelo, especialmente en suelos de textura fina (arcillosos y franco-arcillosos) y de baja permeabilidad. Deben vigilarse las condiciones físicas del suelo y especialmente el nivel de sodio cambiante del suelo, corrigiendo en caso necesario.
S3	Agua con alto contenido en sodio y gran peligro de acumulación de sodio en el suelo. Son aconsejables aportaciones de materia orgánica y empleo de yeso para corregir el posible exceso de sodio en el suelo. También se requiere un buen drenaje y el empleo de volúmenes copiosos de riego.
S4	Agua con contenido muy alto de sodio. No es aconsejable para el riego en general, excepto en caso de baja salinidad y tomando todas las precauciones apuntadas.